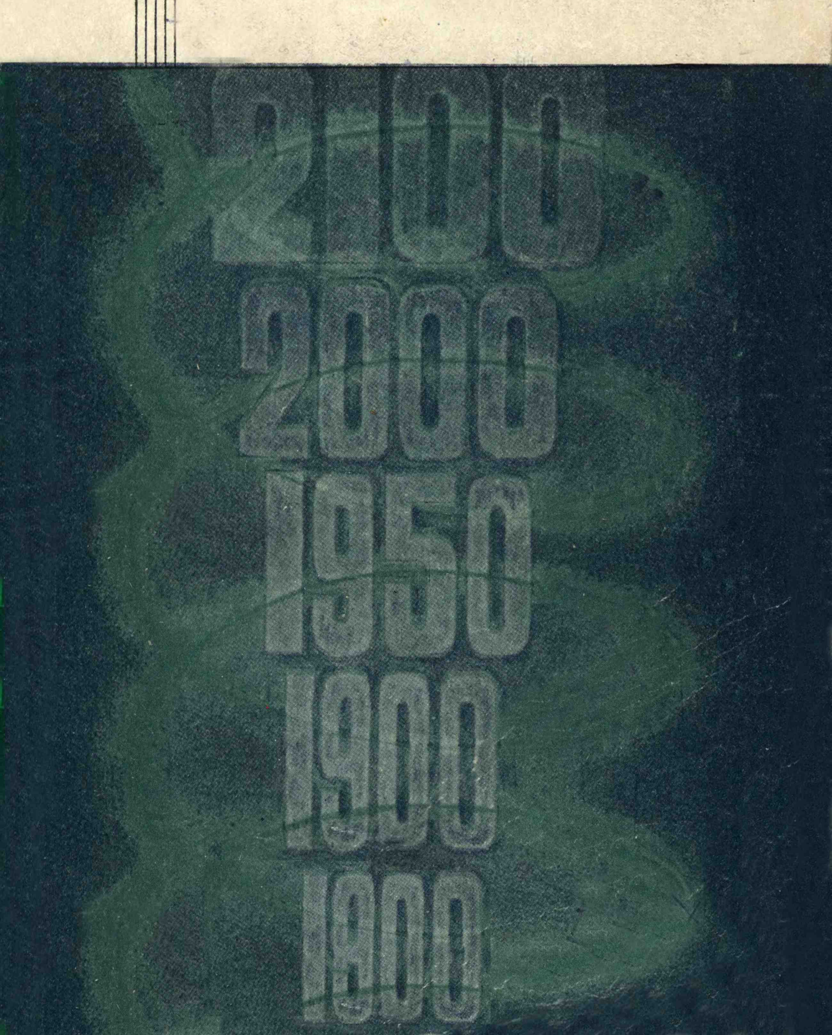
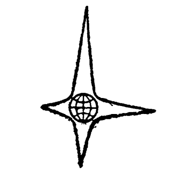
В
МИРЕ
НАУКИ
И
ТЕХНИКИ

АРТУР КЛАРК

ЧЕРТЫ БУДУЩЕГО





ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МИР»

Arthur C. Clarke

Profiles of the Future

New York 1962

АРТУР КЛАРК

ЧЕРТЫ БУДУЩЕГО

Перевод с английского
Я. Берлина и В. Колтового
Под общей редакцией
Я. Берлина

ИЗДАТЕЛЬСТВО „МИР" МОСКВА 1966

2000 год — освоение планет, создание «кибернетических» организмов, передача энергии без проводов; 2050 год — исследование межзвездного пространства, управление гравитационными силами, контакты с внеземными цивилизациями, управление наследственностью, управление погодой; 2100 год — межзвездные полеты и встречи с внеземными цивилизациями, управление климатом, искусственное воссоздание жизни, победа над смертью — такие захватывающие перспективы на ближайшие сто пятьдесят лет рисует в своей книге известный английский ученый, писатель-фантаст и популяризатор Артур Кларк. Страстный пропагандист науки и опытный художник слова, Кларк увлекает читателя в интереснейшее путешествие по будущему и показывает, что могуществу человеческого разума нет границ.

Редакция научно-фантастической
и научно-популярной литературы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга Кларка — научно-художественное произведение, необычное как по форме изложения, так и по содержанию. Автор поставил перед собой задачу дать глубокий анализ всех «за» и «против» при рассмотрении возможных путей развития науки и техники до 2100 года и перспектив, открывающихся в связи с этим перед человечеством.

Найти новые средства предвидения будущего — этим желанием автора отмечена каждая страница книги. Кларк счастливо сочетает глубокую веру в силу человеческого разума и твердую убежденность в неисчерпаемых возможностях науки. В первых главах автор на наглядных примерах показывает, как большинство предсказателей будущего, отлично осведомленных в своей области знаний, становятся горе-пророками, утратив способность к дерзанию и воображению. Кларк приходит к выводу, что нелепо стараться предвидеть будущее в каких-либо деталях. В своей книге он пытается лишь определить границы, «в пределах которых лежат все мыслимые варианты этого будущего», и ограничивает свое рассмотрение только перспективами развития техники.

Но ему не удается уйти хотя бы от беглого взгляда на социальные и общественные последствия будущего развития техники. Хотя Кларк часто приходит к весьма противоречивым выводам, он выступает как выразитель прогрессивных устремлений западной общественной мысли. К сожалению, попытка избежать серьезного рассмотрения социальных проблем обеднила книгу, лишила ее той широты звучания, которая должна быть присуща произведению, ставящему своей целью показать возможный облик будущего.

Отдавая должное объективности Кларка в изложении научно-технических достижений ученых различных стран, и в том числе советских, следует все же отметить, что многие работы наших ученых выпали из его поля зрения. Анализ этих трудов позволил бы наметить еще более захватывающие черты близкого и далекого будущего. Взять хотя бы работы по нейрофизиологии Э. А. Асратяна, П. К. Анохина, И. С. Бериташвили и других, чрезвычайно перспективные исследования наших математиков А. Н. Колмогорова, А. И. Александрова, И. М. Гельфанда и других, работы по квантовой радиоэлектронике лауреатов Нобелевской премии В. Н. Басова и А. М. Прохорова и по созданию распознающих систем и программ М. М. Бондарда и Э. М. Бравермана.

В основе книги лежат идеи, широко используемые в современной научно-фантастической литературе. Кларк рассматривает возможности и последствия создания устройств, которые могут обеспечить телепортацию человека, — подобно тому как сегодня транслируют футбольные матчи по телевидению, — возможности и последствия создания невидимого, неосязаемого человека; построения общества, где будет достигнуто полное изобилие и бессмертие.

Одна из основных тем книги — перспектива завоевания космоса. Превосходны главы, описывающие развитие транспорта и связи от древности до нашего времени. Автор вводит нас сначала в курс земных средств «борьбы» с пространством и временем. Но это лишь прелюдия. Почти половина книги посвящена перспективам преодоления пространства и времени при выходе человечества в космические дали. Вывод: космос невозможно «победить», поскольку он бесконечен и неисчерпаем; его следует беспрестанно осваивать. Раскрывая исключительное значение развития космотехники, Кларк отмечает, что романтика дальних полетов и освоения новых миров всегда будет сопутствовать развитию космонавтики. В XX столетии не было ни одного крупного географического открытия — на Земле не осталось неизведанных уголков, всегда привлекавших романтиков. Авиация, которая заняла в нашей жизни такое же место, какое раньше занимал морской флот, не стиму-

лировала появление произведений, подобных «Моби Дику» или «Робинзону Крузо».

Выход в космос раскроет перед нами горизонты, которые вызовут появление произведений, не уступающих творениям прошлого. Межпланетные путешествия заставят людей надолго разлучаться с Землей, родными и друзьями и переживать, как наши предки, которые покидали свой дом и родину, отправляясь открывать новые земли. Неизвестность и опасность путешествий на другие планеты вызовут новые чувства к суровому и бескрайнему океану космоса. Поэтому, по мнению Кларка, начало освоения космоса знаменует эпоху вечного романтизма. В космосе всегда и всем будет место для великих открытий. Свой каскад предположений и замыслов, соперничающих между собой по дерзости и мысли, Кларк заключает выражением горячей веры в то, что разумные существа, которые будут жить при потухших звездах, «позавидуют нам, гревшимся в ярком свете мироздания, ибо мы знали Вселенную, когда она была иной».

Автор не просто «рассматривает проблемы» — он сам увлекается, иронизирует, убеждает: он будит интерес к общим тенденциям развития науки и техники, вызывает читателя на спор, заражает своим энтузиазмом исследователя.

В ряде случаев Кларк переходит от обсуждения фантастических проектов к настоящему научному анализу различных решений важных и актуальных технических задач. Например, при рассмотрении вопроса о создании орбитальной системы связи Кларк высказывает весьма любопытную мысль о конкурирующей зависимости средств связи и транспорта. Интересны его обоснования невозможности путешествия в прошлое и существования разумных существ в субмикромире. В книге рассматривается влияние различных идей видных инженеров и ученых на изменения в нашем образе жизни, быте, психологии, представлении о времени и пространстве, о красоте, в наших суждениях и интересах.

К сожалению, в тех случаях, где анализ требует серьезного подхода к биологическим и медицинским проблемам, в особенности в вопросах о будущем развитии биологии и медицины, Кларк идет на поводу у вто-

роразрядных писателей-популяризаторов и фантастов и совершенно отрывается от действительно научного рассмотрения этих проблем.

Так, рассказывая об экспериментах физиолога Адриана, который продемонстрировал некоторые принципиальные возможности использования живого чувствительного органа в качестве датчика, Кларк делает вывод о возможности «смотреть на мир глазами другого человека и даже получить некоторое представление о своего рода перевоплощении в животное».

Проблема создания действительного перекодировщика, а не «перевоплотителя» — проблема преобразования сложной информации из одной формы в другую, скажем из визуальной в звуковую или наоборот — актуальная задача современной техники. Решение этой проблемы имеет важное значение для создания приборов чтения и ориентации для слепых, приборов обучения и восприятия речи глухонемым; для формулирования принципов оптимальной организации системы сигнализации; для операторов, осуществляющих контроль за ходом сложного производственного процесса, и в других областях, где человеку приходится интенсивно принимать сложные данные.

У нас в стране ведутся важные работы в этом направлении. В печати появились сообщения, что аналогичные исследования начаты в Англии, США и других странах. Важно еще раз подчеркнуть, что усилия здесь направлены на создание перекодирующих систем, а не систем перевоплощения. Эти исследования находятся на самой ранней стадии своего развития. Перспективы, которые они открывают, не менее захватывающи, чем мысль о фантастической возможности перевоплощения чувств. Перекодировщики помогут открыть неизвестные нам свойства удивительных взаимодействий различных анализаторов, позволят не только компенсировать утраченные органы чувств, но и усилить их работу, создадут условия для действительно синтетического восприятия информаций.

Затрагивая вопрос о борьбе с процессами старения организма, Кларк чересчур смело утверждает, что тело стареет намного быстрее мозга, и наиболее перспективный путь продления жизни человека видит в присоединении его мозга к машине. Фантастический вымысел

можно и должно пытаться рассматривать серьезно, исходя из предпосылок науки. На данном этапе развития нейрофизиологии и кибернетики идея о присоединении головного мозга к механическому «телу» представляется несомненным вымыслом.

Мы не знаем, какая информация передается в мозг с периферических естественных воспринимающих систем. Отсутствуют качественные методы расшифровки командно-исполнительных сигналов, посылаемых мозгом к периферии. Более того, центральная нервная система, состоящая из головного и спинного мозга, представляет собой единое целое и в принципе не может существовать отдельно от тела без какого-либо значительного нарушения его функции. Она связана с телом единой энергопитающей системой, системой настройки, состоящей из симпатических и парасимпатических нервов, клетки которых в значительной части разбросаны непосредственно в соответствующих исполнительных органах, и т. п. Вместе с тем непосредственная передача сигналов от нервных центров к искусственным исполнительным элементам, а тем более передача внешней информации непосредственно мозгу живого организма чрезвычайно волнуют современную науку.

Сегодня нас вдохновляют на решение этой проблемы успехи нового научно-технического направления — бионики, которая открыла широкие перспективы применения биологии в технике. В области биоэлектрического управления разработана система активного протеза руки, приборов, позволяющих осуществлять управление работой рентгеновского аппарата с помощью сигналов, идущих непосредственно от сердца. Подобного рода техника в будущем, безусловно, займет одно из ведущих мест. Во многих странах мира уже в течение нескольких лет проводятся эксперименты по использованию образований из нервных тканей в качестве логических или переключающих элементов. Ученые добились значительных успехов и в применении отдельных органов и даже всего организма в целом в качестве узлов и блоков сложных технических систем. Поэтому не лишена рациональной основы мысль о том, что не просто живой, а деятельный мозг в нужных случаях действительно можно будет непосредственно подсоединять к самым различным устройствам.

В последних главах своей книги Кларк подпадает под влияние распространенных среди западных ученых предрассудков об угрозе подчинения человека «мыслящим» машинам. На помощь ему приходят использованные другими авторами доводы, новые и новейшие аргументы и даже исторические аналогии. Кларк отмечает, что с того момента, когда человекообразная обезьяна стала применять орудия, она обрекла себя на вымирание.

Современные достижения физиологии высшей нервной деятельности и микрофизиологии и исследования, связанные с развитием кибернетики, которые дали нам универсальные информационные системы и программно-управляемые машины, позволили совершенно по-новому подойти к изучению мозга. Первые успехи в работах по сравнительному анализу мозга и машин вызвали большую шумиху, которая, однако, быстро спала. Ученые принялись за действительный анализ возможностей воссоздания на машинах качеств центральной нервной системы. Недавно обсуждение вопросов о возможностях машин возобновилось с новой силой. Причины этого понятны. Более чем за пятнадцать лет своего развития и кибернетика и физиология шагнули далеко вперед, и, что не менее важно, в одном общем направлении — в направлении более конкретного и детального изучения основных принципов регулирования, контроля, управления и связи.

При этом следует отметить, что мозг выполняет сегодня неизмеримо более сложные задачи управления и регулирования, чем любая кибернетическая машина. Более того, он в совершенстве и с легкостью осуществляет функции, которые в настоящее время совсем или почти совсем не выполняются автоматами. Сюда относятся решение задач без предварительного программирования, распознавание сложных зрительных образов и многое другое.

Аналогия между работой кибернетических машин и деятельностью живых организмов позволила найти путь к решению автоматического управления такими процессами. Этот путь заключается в построении обучающихся машин, которые могут накапливать опыт и в соответствии с ним в будущем самостоятельно принимать решения. Правда, методы учебы у современных обуча-

ющихся машин пока еще не поднялись выше уровня дрессировки животных. Но дело не в этом. Развитие исследований в области обучающихся машин сделало вопрос о возможности построения «думающих» машин актуальной проблемой техники сегодняшнего и тем более завтрашнего дня.

Уже сейчас машина физически сильнее, памятливее и быстрее человека. И недалек тот час, когда человеку будут служить машины, снабженные мощными логическими средствами. Все доводы против таких перспектив несостоятельны. Современная машина обладает, пусть пока в зачаточной форме, аналогом памяти, фантазии, цели, логики; быстро приспосабливается к различным средам и условиям работы; сама формирует нужные качества поведения в изменившихся условиях обстановки; интерпретирует в поведении символы своего управляющего устройства.

Все эти достижения современной науки и техники сегодняшнего дня позволили известному советскому ученому академику А. Н. Колмогорову совершенно серьезно поставить вопросы:

«...Могут ли машины воспроизводить себе подобных и может ли в процессе такого самовоспроизведения происходить прогрессивная эволюция, приводящая к созданию машин, существенно более совершенных, чем исходные?

Могут ли машины испытывать эмоции? Могут ли машины хотеть чего-либо и сами ставить перед собой новые задачи, не поставленные перед ними их конструкторами?

Иногда пытаются обосновать отрицательный ответ на подобные вопросы при помощи:

а) ограничительного определения понятия «машина»;

б) идеалистического толкования понятия «мышление», при котором легко доказывается неспособность к мышлению не только машин, но и человека...

Однако важно отчетливо понимать, что в рамках материалистического мировоззрения не существует никаких состоятельных принципиальных аргументов против положительного ответа на наши вопросы.

Принципиальная возможность создания полноценных искусственных систем, построенных полностью на

дискретных (цифровых) механизмах переработки информации и управления, не противоречит принципам материалистической диалектики...»[1]

Несколько лет назад на страницах целого ряда наших журналов были подняты вопросы о возможности создания «думающих» машин. Эта дискуссия была начата и не закончена.

Пока еще ни у нас, ни за рубежом не создано ни одной действительно думающей машины или хотя бы в самых общих чертах чем-нибудь похожей на мозг человека. Дело не в габаритах, не в потребляемой энергии, не в количестве деталей и связей между ними. Отличие современных кибернетических и электронных вычислительных машин, получивших с легкой руки писателей-фантастов и журналистов определение «думающие», от мозга человека заключается прежде всего в их возможностях.

«Думающие» машины сегодняшнего дня могут очень многое. Но это «очень многое» слишком мало пока еще в сравнении с тем, что может делать мозг человека. Однако прогресс науки и техники требует непрерывного расширения этих возможностей, и поэтому вопрос о создании машин, действительно близких по своим возможностям к человеческому мозгу, поставлен со всей остротой на повестку дня современной науки и техники.

И сегодня на этом пути уже достигнуты определенные результаты. Мы имеем машины, которые учатся классифицировать самые разнообразные данные, например по геофизическим параметрам пласта определять его продуктивность, или могут научиться читать рукописные буквы; машины, которые автоматически разлагают сложную цель на цепочку простых подцелей и совершенствуются в этой способности. Имеются самонастраивающиеся устройства оптимизации. Вся эта техника строится в тесной связи с исследованиями по изучению аналогичных механизмов животных и в значительной степени воспроизводит вскрытые физиологией принципы. Можно не сомневаться, что уже через несколько десятков лет здесь будут достигнуты большие

[1] А. Н. Колмогоров. Жизнь и мышление с точки зрения кибернетики, М., 1961.

результаты. Они не только не сулят никакой угрозы человеку, но и чрезвычайно необходимы (уже в настоящее время четко сформулирован ряд практически интересных и важных задач, которые могут быть решены только на базе такого рода техники).

Конечно, нет спора, машины сегодняшнего дня неизмеримо «глупее» человека, но и нет сомнения в том, что когда-нибудь (может быть, не так скоро, как это предсказывает Кларк) люди научатся делать любые машины. И машина будет иметь тогда столько самостоятельности, сколько захочет дать ей ее творец — человек.

Человек сможет сделать любую материальную систему, допускаемую законами природы. Специфика машин не абсолютна, она зависит от знаний и воли ее создателя.

Особенно важно, что ученые уже сегодня получили возможность придать управляющему комплексу «свободу действия» для автоматического поиска эффективных и даже оптимальных решений. На основе такой «свободы действия» управление совершенствуется в процессе эксплуатации систем. В настоящее время в этом направлении делаются только первые шаги, и можно говорить лишь о принципиальных возможностях создания такого рода систем.

Интересно, что все эти исследования не указывают (даже в самой отдаленной перспективе) на угрожающую возможность «выхода из повиновения умных машин». Это совершенно надуманные проблемы. Возможности машины ограничены целью, которую поставил перед собой человек при ее создании.

Изготовляя «умные» машины для выполнения определенных задач, человек стремится по возможности освободиться от необходимости давать машине детальные указания и пытается автоматизировать процессы обработки информации на машинах, предоставляя им свободу в отыскании различных решений.

Однако опасения, что машина может пойти в этом поиске не по желаемому пути, вполне обоснованны. По-видимому, при конструировании машин с самостоятельным широким набором действий (когда это будет возможно) необходимо будет принимать предварительные меры, предупреждающие нежелательные реакции автоматов. Можно с уверенностью сказать, что люди

найдут эффективные и абсолютно безопасные средства использования самых совершенных машин.

Строго научные гарантии надежности и эффективности работы машин и определение важнейших параметров их функционирования, безусловно, составляют необходимый этап при их проектировании, разработке и испытании. Только после этого можно подойти к эксплуатации этих машин в реальных условиях. Но ведь это обычная для современных инженеров ситуация, хотя, правда, и более сложная.

Надо отдать должное жизнеутверждающему оптимизму Кларка, который считает, что действительно умные машины будут друзьями человека. Что же, может быть, действительно, когда удастся разобраться в тонких механизмах эмоций и мотиваций, окажется целесообразным наделять машины такими качествами. Сегодня же разговоры об угрозе нарождающейся умной и эмоционально настроенной техники не только не своевременны (даже, если мы рассматриваем будущее до 2100 года), но и вводят в заблуждение читателя относительно серьезных попыток создать машины, способные моделировать высшую нервную деятельность человека, а также препятствуют изучению возможностей использования таких автоматов.

Есть еще один важный вопрос, в той или иной степени затрагиваемый Кларком и связанный с этой темой. Заменит ли когда-нибудь машина человека? Некоторые авторы «успокаивают» читателей, уверяя, что машина никогда не заменит человека. Но в чем «заменит»? В трудовых процессах? Но ведь именно для такой замены человек и создает машины. И сферу труда не нужно понимать узко: землеройные работы, утомительные однообразные вычисления и т. п. Искусное управление самолетов в полете, разработка новой технологии производства — это тоже сфера труда. И если машина в чем-то не заменит человека, то только по соображениям целесообразности.

Исследования мозга, хотя они и позволили детализировать то, что уже было известно, подтвердили, что процесс познания мозговой деятельности только-только начался, что мозг таит в себе самые невероятные способы и принципы функционирования, о которых мы сегодня и не подозреваем. Первые шаги в изучении

памяти указывают на принципиальную возможность хранения в мозгу всех жизненных впечатлений. Сделан крупный вклад в развитие современного представления о принципах кодирования в нервной системе, в особенности во внешних органах анализаторов. Основанные на этих принципах живые системы предсказывания намного превосходят все известные технические средства такого рода. Ныне предусмотрены и проанализированы важные свойства систем саморегулирования в живых организмах и другие факторы, важные для понимания методов и средств управления в живой природе.

Все эти работы дают основания надеяться, что в ближайшем десятилетии коренным образом расширится круг решаемых машинами задач, а это позволит подойти к решению вопросов действительно полной автоматизации производства. Такие простые, казалось бы, операции, как подача и закрепление деталей в станке-автомате, контроль за работой автомата, пришивающего пуговицы к пиджаку, сортировка писем на почтамте, различные диспетчерские операции, не поддаются автоматизации, так как еще не вскрыты основные принципы работы мозга, которые дают нам возможность осуществлять эти операции «легко» и «просто».

Только специальная система исследования психологического, физиологического и бионического характера вместе смогут раскрыть наиболее важные качества мышления. Моделирование этих процессов также может иметь большое значение. Мы находимся в начале таких работ. Через несколько десятилетий многое прояснится, начнутся практические разработки таких вспомогательных устройств. Мы находимся в преддверии мира действительно умных, сообразительных, даже, если можно так выразиться, талантливых машин, которые никому не будут угрожать, а помогут нам разрешить наши собственные затруднения.

Тема книги Кларка — очень трудная для изложения. Нужно иметь много настоящего мужества, чтобы взяться за ее разработку, нужны глубокая уверенность, проницательность и талант, большая воля и твердость, настоящее уважение и любовь к традиционной, английской, «пророческой» литературе. Интерес к осмысливанию тенденций развития науки и техники в Англии имеет историю, берущую начало со времен великого

мыслителя-материалиста Френсиса Бэкона. Такие большие учены, как Бертран Рассел, Джон Бернал и многие другие, работали на этом поприще.

Как ученого, писателя и просто как человека и мыслителя Кларка в целом волнует проблема завоевания космоса. Эта «одержимость» заразительна, она убеждает и дает возможность не очень строго судить автора за отдельные промахи и упущения.

Книга Кларка занимает достойное место в традиционном направлении английской передовой мысли. Очень важно, что эта книга «молодая» — книга для молодежи прежде всего, но с не меньшим интересом ее прочтут и почтенные представители мира науки, и она поможет им вспомнить их юность. Эта книга для каждого, и это, наверное, главное. Можно пожелать только, чтобы книги такого характера появлялись в большем числе.

Б. Сотсков, А. Прохоров

ВВЕДЕНИЕ

Нелепость любых попыток предсказать будущее в каких-либо деталях рано или поздно обнаруживается. Автор поставил перед собой более реалистическую, но вместе с тем и более честолюбивую цель: читатель не найдет в книге картин того *единственного* будущего, которое ожидает нас; в ней лишь сделана попытка определить границы, в пределах которых лежат все мыслимые варианты этого будущего. Если века, простирающиеся впереди, представить себе в виде неизведанной и не нанесенной еще на карту страны, то я постараюсь всего лишь набросать контуры ее границ и получить некоторое представление о ее размерах. А география глубин станет нам ясна лишь тогда, когда мы вступим в пределы страны.

За немногими исключениями, я ограничиваюсь только одним аспектом будущего — его техникой, не затрагивая общественного устройства. Это не столь уж значительное ограничение: в будущем господство науки будет еще большим, чем в настоящем. В точных науках и технике существуют некоторые общие закономерности, позволяющие производить экстраполяцию.

Многим писателям удавалось, правда с различным успехом, раскрыть чудеса техники будущего. Жюль Верн может служить классическим примером, вероятно неповторимым. Дело в том, что он родился в необычайную эпоху и сумел до конца использовать это преимущество. Он жил в период интенсивного развития прикладных наук (1828—1905), на его глазах появились и первый паровоз и первый самолет. Лишь один человек превзошел Жюля Верна смелостью и точностью своих предсказаний — это американский изобретатель и издатель Хьюго Гернсбэк (род. в 1884 году).

По литературному дарованию он слабее великого француза, поэтому слава его не столь велика, однако влияние на умы, которое он косвенно оказал через издаваемые им журналы, вполне сравнимо с влиянием Жюля Верна.

Как правило, из ученых почему-то получаются плохие пророки. Вообще говоря, это довольно странно: богатство воображения считается одним из неотъемлемых качеств хорошего ученого. И все же выдающиеся астрономы и физики то и дело попадают в наиглупейшее положение, заявляя во всеуслышание, что такой-то и такой-то научный замысел неосуществим. В последующих двух главах я буду иметь удовольствие выставить на всеобщее обозрение несколько великолепных экземпляров подобных предсказателей, опыт которых может послужить предостережением. По-видимому, весьма сложно требовать, чтобы в одном человеке сочетались глубокие научные знания — или по меньшей мере научное *чутье* — с подлинно гибким воображением.

Жюль Верн превосходно отвечал этому требованию; Уэллс — тоже, когда хотел. Но Уэллс в отличие от Жюля Верна был к тому же великим художником слова (хотя он зачастую прикидывался, что не считает себя таким) и, вполне резонно, не позволял фактам сковывать себя, когда эти факты его не устраивали.

Взывая к великим теням Жюля Верна и Уэллса, я отнюдь не собираюсь провозглашать, что *исключительно* читатели и авторы научно-фантастической литературы имеют право обсуждать перспективы будущего. Сейчас уже нет необходимости, как несколько лет назад, защищать этот жанр от наскоков невежественных или откровенно злобствующих критиков. В целом лучшие научно-фантастические произведения вполне выдерживают сравнение с любым публикуемым в наши дни художественным произведением (исключая, конечно, наиболее выдающиеся) [1]. Но сейчас нас интересуют не литературные достоинства научной фантастики, а только ее научно-техническое содержание. За послед-

[1] Благожелательным и остроумным путеводителем по этому жанру может служить книга Кингсли Эмиса «Новые карты ада».

ние тридцать лет в десятках тысяч рассказов и романов исследованы все мыслимые варианты будущего — и большая часть немыслимых тоже. На свете осталось мало такого, что в принципе *может* случиться и что не было бы описано в какой-нибудь книге или журнале. Критическое (обращаю внимание на это прилагательное!) чтение научной фантастики чрезвычайно полезно с познавательной точки зрения всякому, кто хочет заглянуть вперед больше чем на десять лет. Люди, не знающие, о чем мечтали в прошлом, вряд ли способны составить *элементарное* представление о будущем.

Это соображение может вызвать негодование, особенно у второразрядных деятелей науки, подчас высмеивающих научную фантастику (я никогда не встречал перворазрядных ученых, которые вели бы себя подобным образом; напротив, я знаю нескольких, которые пишут научно-фантастические произведения). Но такова уж элементарная истина: любого человека, обладающего воображением, которое позволяет ему реалистически оценивать будущее, неизбежно будет влечь к себе этот жанр литературы. Я вовсе не собираюсь утверждать, что среди читателей научной фантастики найдется больше 1% людей, способных стать пророками, заслуживающими доверия; но я действительно считаю, что среди таких пророков почти 100% окажутся либо читателями научной фантастики, либо писателями-фантастами.

Что касается моей пригодности для такого занятия, то пусть книги, написанные мной, скажут об этом сами. Правда, я, как и все пропагандисты космических полетов, переоценил требуемые сроки и недооценил необходимых затрат, но я ничуть не сокрушаюсь по поводу этой ошибки. Знай мы тогда, в 30-е годы, что создание космических кораблей потребует миллиардов долларов, мы были бы совершенно обескуражены; в те годы никто не смог бы поверить, что когда-нибудь можно будет располагать подобными суммами.

Нынешние темпы развития космических исследований тогда тоже показались бы малоправдоподобными. В своем обзоре книги Германа Оберта «Ракеты для межпланетного пространства» журнал «Нейчур» («Природа») в 1924 году весьма бойко вещал: «В наши дни беспрецедентных достижений вряд ли кто осмелится

отрицать, что честолюбивый замысел Оберта можно осуществить до того, как угаснет жизнь человечества». На деле он в значительной мере был осуществлен еще до того, как угасла жизнь самого профессора Оберта.

Я лично могу претендовать на несколько большие достижения, чем рецензент журнала «Нейчур». Перелистывая свой первый роман «Прелюдия к космосу», написанный в 1947 году, я не без улыбки отметил, что, хотя мне удалось сделать одно «прямое попадание», указав 1959 год как срок запуска первой ракеты на Луну, первые спутники с человеком я отнес к 1970 году, а посадку на Луне — к 1978 году. В то время эти прогнозы казались большинству читателей неоправданно оптимистическими, теперь же они, наоборот, свидетельствуют о моем врожденном консерватизме. Еще более убедительным доказательством этого служит факт, что в 1945 году я даже не попытался взять патент на спутник связи (см. главу 16). Конечно, вряд ли это удалось бы, но, если мне хотя бы даже пригрезилось, что первые экспериментальные спутники связи выйдут на орбиту, когда мне еще не стукнет и пятидесяти, я наверняка попытался бы это сделать.

Так или иначе в этой книге рассматриваются не масштабы времени, а конечные цели. При современных темпах прогресса невозможно представить себе техническое достижение, которое не может быть осуществлено в ближайшие пятьсот лет, — *если*, конечно, его вообще можно воплотить в жизнь. Однако для целей настоящего исследования безразлично, будут ли идеи, о которых здесь пойдет речь, реализованы через десять лет или через десять тысяч. Меня сейчас интересует не *когда*, а *что* может быть достигнуто.

По этой причине многие прогнозы, содержащиеся в этой книге, окажутся противоречивыми. Например, подлинно совершенная система связи может стать сильнейшим тормозом для развития транспорта. Несколько менее очевидна обратная зависимость: если перемещение в пространстве станет мгновенным, будет ли кому-нибудь нужна связь? В будущем человечеству придется выбирать между многими величайшими достижениями, конкурирующими между собой; в таких случаях я рассматривал каждую из возможностей изолированно, как будто другой просто не существует,

Кто-то сказал, что искусство жить — это значит знать, где нужно остановиться, и зайти немного дальше. В главах 14 и 15 я попытался последовать этому принципу, рассмотрев идеи, которые, почти бесспорно, относятся к сфере не научных фактов, а научных фантазий. Некоторые, возможно, сочтут серьезное рассмотрение таких проблем, как невидимость или четвертое измерение, пустой тратой времени, но в данном контексте оно вполне оправданно. В равной степени важно открыть, что может быть осуществлено и чего нельзя осуществить, причем последнее иногда гораздо более занимательно.

Когда я писал это введение, мне попалась на глаза рецензия на одну довольно-таки прозаичную книгу о XXI веке. Известный английский ученый, написавший эту рецензию, признал книгу исключительно разумной, а все экстраполяции авторов — довольно убедительными.

Хочу надеяться, что подобного рода обвинение никогда не будет мне предъявлено. Если эта книга покажется совершенно разумной, а все *мои* экстраполяции — убедительными, значит, мне не удалось заглянуть в достаточно отдаленное будущее. Единственное, в чем мы можем быть уверены, рассматривая будущее, — это в том, что оно будет предельно фантастичным.

1

ПРОРОКИ МОГУТ ОШИБАТЬСЯ, КОГДА ИМ ИЗМЕНЯЕТ СПОСОБНОСТЬ К ДЕРЗАНИЮ

Прежде чем решиться стать профессиональным предсказателем будущего, весьма полезно посмотреть, каких успехов достигли в этом опасном занятии другие, а еще полезнее выяснить, на чем именно они провалились.

С утомительным однообразием многие по всем признакам вполне осведомленные в науках люди провозглашали всякие законы насчет того, что технически осуществимо и что неосуществимо, — и ошибались самым жестоким образом, причем обнаруживалось это иногда раньше, чем успевали высохнуть чернила на их творениях. Тщательное исследование подобных неудач позволяет установить, что они зависят от двух факторов: либо от потери способности к дерзанию, либо от потери способности к воображению.

Судя по всему, люди чаще всего утрачивают способность к дерзанию. Именно это происходит всякий раз, когда горе-пророк, *даже имея в своем распоряжении все необходимые факты*, обнаруживает неспособность увидеть, что они неотвратимо влекут за собой определенный вывод. Некоторые из таких провалов смехотворны до невероятия и могли бы послужить предметом интересного психологического исследования. «Они сказали, что это неосуществимо», — на протяжении всей истории изобретений, что ни шаг, натыкаешься на эту фразу. Не знаю, пытался ли кто-нибудь хоть раз всерьез задуматься, *почему* «они» говорили так, да еще нередко с совершенно неоправданной яростью.

Мы не в силах сегодня восстановить интеллектуальную атмосферу времен постройки первых паровозов, когда критики мрачно заверяли, что всякому, кто решится подвергнуть себя воздействию ужасающей ско-

рости, сорок километров в час, угрожает неминуемая смерть от удушья. А разве легче нам поверить, что всего восемьдесят лет назад к идее электрического освещения жилищ относились с пренебрежением все «эксперты», кроме тридцатилетнего американца-изобретателя, по имени Томас Альва Эдисон. В 1878 году Эдисон — уже грозная фигура с фонографом и угольным микрофоном в своем активе — объявил, что работает над созданием лампы накаливания, и акции газовых компаний начали катастрофически падать. Тогда английский парламент образовал комиссию по изучению этого вопроса (по части комиссий Вестминстер даст сто очков вперед американскому конгрессу).

Выдающиеся специалисты доложили, к вящему удовольствию газовых компаний: идеи Эдисона «...приемлемы для наших трансатлантических друзей... но не заслуживают внимания людей науки или практики». А сэр Уильям Прис, главный инженер Почтового управления Англии, категорически заявил, что «распределение электрической энергии для освещения — это *глупейшая выдумка»...*

Любопытно, что к позорному столбу была пригвождена научная абсурдность не какой-нибудь невероятной, бредовой идеи вроде вечного двигателя, а скромной, маленькой электрической лампочки, которой пользуются вот уже три поколения людей (замечая ее разве только, когда она перегорает). Впрочем, и сам Эдисон, сумевший оценить перспективы электрического освещения с куда большей прозорливостью, чем его современники, позднее оказался таким же близоруким, как и Прис, выступив против применения переменного тока.

Наиболее известные и, пожалуй, самые поучительные случаи неудачных пророчеств, связанные с потерей способности к дерзанию, относятся к авиации и космонавтике. В начале двадцатого столетия ученые почти единодушно утверждали, что полет аппаратов тяжелее воздуха невозможен и всякая попытка построить самолет — попросту глупая затея. Великий американский астроном Саймон Ньюком написал знаменитую статью, которая заканчивалась так:

> «Автору представляется доказанным, насколько это возможно для любого физического

явления, что никакие вероятные сочетания известных веществ, известных типов машин и известных форм энергии не могут быть воплощены в аппарате, практически пригодном для длительного полета человека в воздухе...»

Как ни странно, Ньюком проявил вместе с тем достаточную широту взглядов: он признал, что какое-нибудь совершенно новое открытие, например нейтрализация силы тяжести, может сделать полеты в воздухе осуществимыми. Поэтому Ньюкома нельзя обвинить в недостатке воображения; заблуждение его заключается в попытке распоряжаться законами аэродинамики без должного понимания этой науки. Он не мог представить себе, что технические средства для полета в воздухе находятся под рукой человека, — вот в чем проявилась его неспособность к дерзанию.

Дело в том, что статья Ньюкома завоевала широкую популярность примерно в те годы, когда братья Райт, в велосипедной мастерской которых не нашлось подходящего антигравитационного устройства, попросту пристраивали крылья к бензиновому двигателю. Когда известие об их успехе дошло до этого астронома, он опешил только на мгновение. Да, летательные аппараты можно создать где-то на крайнем пределе технических возможностей человека, согласился он, но практического значения они, безусловно, не имеют: вес дополнительного пассажира, кроме пилота, они не поднимут, это просто исключено!

Подобный отказ посмотреть в лицо фактам, которые ныне кажутся самоочевидными, продолжался на протяжении всей истории авиации. Позволю себе процитировать другого астронома — Уильяма Пикеринга. Вот как он наставлял непросвещенную публику уже через несколько лет *после того*, как начали летать первые самолеты:

«Воображение народа часто рисует гигантские летающие машины, стремительно пересекающие Атлантический океан и несущие множество пассажиров, наподобие современных морских кораблей... Можно без колебаний сказать, что такие идеи совершенно фантастичны; если какой-нибудь аппарат и переберется через океан с одним-

двумя пассажирами, затраты на полет будут под силу лишь какому-нибудь капиталисту из тех, что могут иметь собственные яхты.

Другим распространенным заблуждением надо считать ожидание от самолетов огромных скоростей. Следует помнить, что сопротивление воздуха растет пропорционально квадрату скорости, а затрачиваемая работа — пропорционально кубу... Если при 30 лошадиных силах мы можем ныне достичь скорости 64 километра в час, то для получения скорости 160 километров в час нам потребуется двигатель мощностью 470 лошадиных сил. Совершенно очевидно, что с теми средствами, какие сейчас имеются в нашем распоряжении, авиация неспособна состязаться в скорости ни с паровозами, ни с автомобилями».

Кстати, большинство коллег Пикеринга, астрономов, считали его обладателем излишне *пылкого воображения*: он был склонен, например, считать, что на Луне есть растительность и, возможно, даже насекомые. Мне особенно приятно отметить, что профессор Пикеринг ко времени своей смерти в 1938 году, в почтенном восьмидесятилетнем возрасте, мог видеть самолеты, летающие со скоростью 640 километров в час и несущие на себе намного больше «одного-двух» пассажиров.

Ближе к нашим дням, на рассвете космической эры, пророчества начали сбываться (и опровергаться) в масштабах и темпах дотоле неизвестных. Поскольку я и сам занимался этим и не больше любого смертного способен отказать себе в удовольствии воскликнуть: «Я же говорил, что так будет!», — хочу напомнить здесь о нескольких заявлениях по поводу космических полетов, сделанных в прошлом выдающимися учеными. Кому-нибудь все равно надо это проделать, чтобы дать встряску памяти некоторых пессимистов, слишком легко бросающихся из одной крайности в другую. Ведь стремительность переключения от возгласов: «Это неосуществимо!» — к утверждениям: «Я всегда говорил, что это можно сделать!» — у таких людей поистине поразительна.

Широкая публика впервые узнала об идее космических полетов как о реальной возможности в 20-х годах, из газетных сообщений о работе американца Роберта Годдарда и румына Германа Оберта (намного более ранние исследования Циолковского тогда были мало известны за пределами России). Когда идеи Годдарда и Оберта, как обычно искаженные прессой, просочились в мир науки, они были встречены с издевкой. Один из шедевров критических выступлений, с которыми пришлось столкнуться пионерам космонавтики, я представляю на суд читателя. Вот что говорил в одной из своих статей (1926) некий профессор А. У. Бикертон (рекомендую вчитаться в этот непревзойденный образец интеллектуального чванства тех времен):

> «Глупейшая идея выстрела на Луну — пример тех предельных абсурдов, до которых в результате порочной узкой специализации доходят ученые, работающие в «мысленепроницаемых отсеках», в полной изоляции друг от друга. Попытаемся критически проанализировать это предложение. Для того чтобы снаряд полностью преодолел силу притяжения Земли, ему нужно сообщить скорость 11 километров в секунду. Эквивалентная тепловая энергия одного грамма составляет при такой скорости 15 180 калорий... Энергия нитроглицерина — наиболее бризантного взрывчатого вещества, которым мы располагаем, — равна менее 1500 калорий на 1 грамм. Следовательно, само это взрывчатое вещество располагает всего лишь $^{1}/_{10}$ той энергии, которая необходима ему, чтобы оторваться от Земли, даже если у него не будет никакой дополнительной нагрузки... Отсюда явствует, что это предложение неосуществимо в самой своей основе...»

Негодующие читатели публичной библиотеки города Коломбо стали сердито указывать на табличку «Соблюдать тишину», когда я обнаружил вышеприведенный перл. Он заслуживает более подробного рассмотрения, чтобы установить, как получилось, что эта, с позволения сказать, «порочная специализация» настолько сбила почтенного профессора с толку.

Первая ошибка его таится в фразе: «Энергия нитроглицерина — наиболее бризантного взрывчатого вещества...» Казалось бы, любому ясно, что от ракетного горючего мы требуем *энергии*, а не бризантности, не стремительности ее высвобождения; нитроглицерин и другие аналогичные взрывчатые вещества содержат на единицу веса значительно меньше энергии, чем такие смеси, как керосин с жидким кислородом. Это особо подчеркивалось Циолковским и Годдардом еще много лет назад.

Вторая ошибка Бикертона еще более непростительна. В конце концов, пусть нитроглицерин располагает всего лишь $^1/_{10}$ энергии, необходимой для преодоления земного тяготения. Это означает только, что для запуска в космос одного килограмма полезного груза придется взять десять килограммов нитроглицерина [1].

Ведь *самому-то топливу* вовсе не нужно покидать нашу планету; оно может быть израсходовано вблизи от ее поверхности — вся суть дела в том, чтобы была сообщена необходимая энергия полезному грузу. Когда через тридцать три года после заявления профессора Бикертона о невозможности космических полетов был запущен «Лунник-II», большая часть нескольких сот тонн керосина и жидкого кислорода, затраченных на его запуск, была израсходована весьма недалеко от Земли, но полтонны полезного груза достигли моря Дождей на Луне.

В качестве примечания ко всему сказанному выше я могу добавить, что среди книг, написанных профессором Бикертоном, который был активным популяризатором науки, есть одна под названием «Бедствия, угрожающие пионеру». Но среди бедствий и опасностей, ожидающих любого пионера, трудно найти более тяжкие, чем те, которые могут быть уготованы такими бикертонами.

На протяжении 30-х — 40-х годов многие видные ученые неустанно издевались над пионерами ракетных полетов. Любой человек, имеющий доступ к приличной университетской библиотеке, может обнаружить там

[1] Вес конструкции ракеты (резервуары для горючего, двигателя и т. п.) фактически намного увеличит соотношение, но для существа спора это никакого значения не имеет.

сохраненный для потомства на страницах январского номера почтенного «Философикал мэгэзин» от 1941 года образчик, достойный стать в один ряд с только что процитированным мною.

Это статья выдающегося канадского астронома профессора университета провинции Альберта Дж. У. Кемпбелла, озаглавленная «Полет ракеты на Луну». Начав свою статью цитатой из работы Эдмонтона (1938): «...полет ракеты на Луну представляется ныне менее отдаленным, чем было телевидение сто лет назад», профессор приступает к математическому анализу проблемы. После нескольких страниц вычислений он приходит к заключению, что для вывода на орбиту полезного груза в 1 килограмм взлетный вес ракет должен достигать *нескольких миллионов тонн.*

В действительности, при нынешнем примитивном топливе и уровне техники это соотношение приближенно равно одной тонне на фунт полезного груза. Соотношение, что и говорить, огорчительное, но все же далеко не столь плохое, как то, что насчитал этот профессор. Однако расчеты его были безупречны! В чем же он ошибся?

Всего лишь в своих исходных посылках, которые были безнадежно оторваны от действительности. Он избрал для ракеты траекторию вывода на орбиту, фантастически расточительную в энергетическом отношении; он задался величиной ускорения столь низкой, что большая часть горючего тратилась на малых высотах на преодоление гравитационного поля Земли. Это было все равно что при расчете автомобиля предположить, что он должен двигаться с заторможенными колесами. Ничуть не удивительно поэтому, что Кемпбелл сделал такой вывод: «Хотя давать отрицательный прогноз всегда рискованно, мы все же считаем чрезмерно оптимистичным утверждение, что ракетный полет сейчас кажется менее отдаленным, чем телевидение сто лет назад».

Я убежден, что многие подписчики журнала «Философикал мэгэзин», читая тогда, в 1941 году, эти слова, подумали: «Ну, теперь-то уж эти полоумные ракетчики будут знать, где их место!»

Между тем правильные расчеты были опубликованы Циолковским, Обертом и Годдардом задолго до этого.

Правда, труды первых двух авторов в то время трудно было достать, а работа Годдарда «Способ достижения предельных высот» уже считалась классической и была издана Смитсоновским институтом — учреждением, которое никак не назовешь малоизвестным.

Если бы профессор Кемпбелл только заглянул в нее — или, в конце концов, в работу любого автора, компетентного в этом вопросе (а такие были даже тогда, в 1941 году!), — он не ввел бы в заблуждение ни себя, ни своих читателей.

Урок, который следует извлечь из приведенных примеров, настолько важен, что его повторение никогда не будет лишним. К сожалению, непосвященные люди редко бывают способны уяснить его: этому мешает почти суеверное благоговение перед математикой. Они не понимают, что математика всего лишь инструмент, хотя и обладающий необычайной силой. Уравнения, как бы сложны и внушительны они ни были, не могут привести к открытию истины, если исходные посылки ложны. Можно только поражаться, в какое крайнее заблуждение способны впасть консервативно мыслящие ученые и инженеры, даже обладающие глубокими знаниями, если они приступают к работе с предвзятым мнением, что задача, составляющая предмет их исследований, неразрешима. В таких случаях предубежденность ослепляет людей, даже отлично осведомленных в своей области знаний, и они не видят того, что находится буквально перед их глазами. И, что еще более невообразимо, они просто отказываются извлекать какие-либо уроки из накопленного опыта и упорно продолжают еще и еще повторять одну и ту же ошибку.

У меня есть друзья среди астрономов, и мне очень неприятно все время кидать камешки в их огород, но что поделаешь — как пророки они завоевали поистине неприглядную репутацию. Если читатель все еще сомневается в этом, я позволю себе поведать ему одну историю, полную такой иронии, что меня могут обвинить, будто я сам ее выдумал. Но я не такой уж циник. Все эти факты имеются в печати, и любой желающий может их проверить.

Давным-давно, еще в темные времена... 1935 года, основатель Английского общества межпланетных сообщений П. И. Клитор имел неосторожность написать и

опубликовать первую английскую книгу по астронавтике. В его работе «На ракетах — через космос» были описаны (между прочим, весьма занимательно) эксперименты, проведенные немецкими и американскими пионерами ракетной техники, и их проекты создания столь заурядных ныне вещей, как гигантские многоступенчатые ракеты-носители и спутники Земли. К моему немалому удивлению, почтенный научный журнал «Нейчур» в номере от 14 марта 1936 года поместил рецензию на эту книгу, которая заканчивалась нижеследующим выводом:

> «Необходимо сразу сказать, что весь процесс, схематически рассмотренный в рецензируемой книге, сопряжен с трудностями столь решающего характера, что мы вынуждены отвергнуть эту идею, как неосуществимую в своей основе, невзирая на настойчивые призывы автора отбросить предубеждения и вспомнить, что полет на аппаратах тяжелее воздуха тоже считали невозможным, пока он не был осуществлен на практике. Подобные аналогии могут быть ошибочными, и мы полагаем, что именно так обстоит дело в данном случае...»

Теперь-то весь мир знает, насколько ошибочной была эта аналогия, хотя рецензент, опознаваемый только по несколько необычным инициалам Р. в. д. В., в то время, конечно, имел полное право на такое мнение.

Ровно через двадцать лет — *после* провозглашения президентом Эйзенхауэром американской программы запуска спутников — в Англию прибыл для вступления в свою должность новый королевский астроном. Пресса попросила его высказать свое мнение о возможностях космических полетов. Доктор Ричард ван дер Вулли не видел оснований менять свою точку зрения по прошествии двух десятилетий. «Космические полеты, — заявил он презрительно, — это совершенная чепуха!»

Газеты не позволили ему позабыть об этих словах, когда уже в следующем году в космос взлетел спутник-I. А сейчас — вот уже поистине одна ирония громоздится на другую! — доктор Вулли по своему положению, как королевский астроном, является одним из влиятельных членов комитета, консультирующего

правительство Англии по проблемам исследований космоса. Нетрудно представить себе чувства, испытываемые теми людьми, которые на протяжении жизни целого поколения пытались внушить Англии интерес к космосу[1].

Когда изумленный мир узнал о существовании Фау-2 с дальностью полета порядка 300 километров, началось активное обсуждение проблемы межконтинентальных ракет. Но д-р Ванневар Буш, штатский генерал, занимавшийся в США научными проблемами войны, решительно пресек всякие разговоры об этом в своем докладе сенатской комиссии 3 декабря 1945 года. Вот что он сказал:

> «За последнее время много говорят о ракете с большим углом наклона траектории при пуске и дальностью порядка 5000 километров. По моему мнению, создание такой ракеты еще много лет будет неосуществимым. Люди, пишущие об этом и порядком надоевшие мне, имеют в виду ракету с атомным зарядом, которая может быть запущена с одного континента на другой, причем обладает высокой точностью попадания в заданную цель, например в город.
>
> Я убежден, что ни один человек на свете не знает, как технически осуществить подобную вещь, и уверен, что она еще очень долго не будет создана... Я считаю, что мы можем отбросить всякие помыслы о создании такой ракеты. Я хотел бы, чтобы американцы перестали о ней думать».

Несколькими месяцами раньше, в мае 1945 года, советник премьер-министра Черчилля по научным вопросам лорд Черуэлл высказал аналогичное мнение в ходе прений в палате лордов. Другого нельзя было и ожидать: Черуэлл был крайне консервативным ученым и отличался предвзятостью взглядов; ведь именно он за-

[1] Справедливости ради хочу отметить, что в рецензии д-ра Вулли от 1936 года было высказано предположение, что ракеты могут способствовать расширению астрономических познаний путем проведения наблюдений в ультрафиолетовом участке спектра за пределами поглощающего слоя земной атмосферы. Важность этой задачи становится очевидной только в настоящее время.

явил правительству, что Фау-2 всего лишь пропагандистская утка [1].

Во время прений по вопросам обороны в мае 1945 года лорд Черуэлл ошеломил своих коллег по палате лордов изустными выкладками, из которых он вполне правильно заключил, что более 90% веса ракеты сверхдальнего действия падает на долю топлива, вследствие чего полезная нагрузка будет ничтожной. Эти расчеты позволили сделать вывод, что подобное устройство практически совершенно нецелесообразно.

Весной 1945 года такой вывод был в общем довольно верным — летом он уже был ошибочен. Одной из поразительных особенностей прений в палате лордов была пренебрежительная манера, с какой излишне информированные пэры оперировали термином «атомная бомба» в те времена, когда она была еще наистрожайшей военной тайной (до опытного взрыва в Аламогардо оставалось целых два месяца!). Служба безопасности приходила от этого в ужас, а лорд Черуэлл, который, конечно, располагал всеми данными о проекте «Манхеттен», вполне обоснованно призывал своих не в меру пытливых коллег не принимать на веру всякие слухи, хотя в данном случае это было чистой правдой.

Когда Ванневар Буш в декабре того же года выступал перед сенатской комиссией, единственным важным секретом, связанным с атомной бомбой, был ее вес — 5 тонн. Из этой цифры любой мог прикинуть в уме, как это проделал лорд Черуэлл, что ракета для доставки такой бомбы на межконтинентальные дистанции должна будет весить около 200 тонн. Между тем грозный в те времена снаряд Фау-2 весил всего 14 тонн!

Среди многих уроков, которые нужно извлечь из этого периода новейшей истории, я хотел бы особо выделить один: все, что теоретически возможно, обязательно будет осуществлено на практике, как бы ни были велики технические трудности, — нужно только очень сильно захотеть. Фраза: «Эта идея фантастична!» — не может служить аргументом против какого-либо замысла. Чуть ли не все достижения науки

[1] Влияние Черуэлла — отрицательное и всякое иное — вызвало множество яростных споров после опубликования Чарльзом Сноу своей книги «Наука и правительство».

и техники за последние полвека были фантастичны, и у нас нет никакой надежды предвосхитить будущее, если мы не примем за исходную посылку, что они и впредь будут обязательно фантастичными.

Чтобы добиться этого и избежать такого порока, как потеря способности к дерзанию, столь безжалостно наказуемого историей, мы должны иметь мужество довести все экстраполяции достижений техники до их логического завершения. Впрочем, и этого тоже недостаточно, что будет доказано ниже. Для предвидения будущего нужно обладать логикой, но, кроме того, нужны еще и вера, и воображение, способные подчас пренебречь даже самой логикой.

2

ПРОРОКИ МОГУТ ОШИБАТЬСЯ, КОГДА ИМ ИЗМЕНЯЕТ СПОСОБНОСТЬ К ВООБРАЖЕНИЮ

В предыдущей главе я высказал мысль, что многие заявления, отвергавшие осуществимость различных научных идей, и вопиющие примеры неспособности предсказателей будущего предвидеть то, что находилось у них под носом, могут быть объяснены потерей способности к дерзанию. Когда Саймон Ньюком «доказал», что полет в воздухе невозможен, все основные положения аэронавтики были уже известны из работ Кейли, Стрингфеллоу, Шанюта и других. Ньюкому просто не хватило мужества взглянуть в лицо фактам. Все основные уравнения и принципы космического полета были сформулированы Циолковским, Годдардом и Обертом, и все же по прошествии многих лет, а иногда и десятилетий известные ученые потешались над людьми, «возомнившими себя астронавтами». Здесь неспособность правильно оценить факты опять-таки имела под собой не столько интеллектуальную, сколько моральную основу. У этих критиков не оказалось мужества, которое, казалось бы, должны были придать им их научные убеждения. Они были не в силах уверовать в истину даже тогда, когда она была начертана перед их глазами на родном им математическом языке. Мы все знакомы с этой разновидностью малодушия, потому что время от времени все ее проявляем.

Другая слабость, присущая многим провидцам, менее предосудительна и более любопытна. Она проявляется в тех случаях, когда все доступные данные учтены и сгруппированы правильно, но решающие, ключевые факты еще не открыты и сама возможность их существования не допускается.

Широко известный пример подобной слабости приводит философ Огюст Конт, попытавшийся в своем

«Курсе позитивной философии» (1835) установить пределы научного познания. В главе, посвященной астрономии (книга 2, глава 1), он написал относительно небесных тел нижеследующее:

> «Нам ясно, каким образом мы можем определить их форму, расстояние между ними, их объем, их движение, но мы никогда не узнаем ничего о их химическом или минералогическом строении, а уж тем более — о существах, живущих на их поверхности...
>
> Мы должны четко отличать представление о солнечной системе от понятия о Вселенной и всегда твердо помнить, что наши действительные интересы ограничиваются только первой. Лишь в пределах границ солнечной системы астрономия является той высшей положительной наукой, какой мы ее хотим видеть... звезды же служат нашей науке только тем, что предоставляют ориентиры, относительно которых мы можем описать перемещения внутри нашей системы».

Иными словами, Конт решил, что звезды навсегда останутся для нас только своего рода небесными реперами и астрономы не будут заниматься ими по существу. Лишь о планетах мы можем надеяться приобрести сколько-нибудь определенные познания, и то ограниченные только геометрией и механикой. Если бы Конта спросили насчет астрофизики, он, вероятно, заявил бы, что такая наука просто немыслима.

И все же не прошло и пятидесяти лет после его смерти, как почти вся астрономия, по существу, *стала* астрофизикой; лишь немногие из профессиональных астрономов сохранили сколько-нибудь значительный интерес к планетам. Утверждение Конта было решительным образом опровергнуто изобретением спектроскопа, который не только раскрыл «химическое строение» небесных тел, но и поведал нам о далеких звездах намного больше, чем мы знаем о соседних с нами планетах.

Нельзя упрекать Конта в том, что он не смог предвидеть появления спектроскопа: *ни одна* душа на свете не могла вообразить себе спектроскоп или еще более хитроумные приборы, поступившие за последнее время

на вооружение астрономов. Но его пример должен послужить предупреждением, которого не следует забывать никогда: даже идеи, бесспорно неосуществимые при современном или предвидимом уровне техники, могут стать вполне реальными в результате новых, неожиданных научных открытий. По самому их характеру такие «прорывы» науки нельзя предвидеть, но в прошлом они столько раз помогали нам обойти непреодолимые препятствия, что никакая картина будущего не может считаться правильной, если в ней не учтены такие возможности.

Другой широко известный случай, когда воображение изменило ученому, относится к лорду Резерфорду. Ему принадлежит главная роль в раскрытии внутренней структуры атома. Резерфорд часто насмехался над охотниками до сенсаций, предсказывавшими, будто мы когда-нибудь сможем обуздать энергию, скрытую в материи. Тем не менее первая цепная ядерная реакция была осуществлена в Чикаго всего лишь через пять лет после его смерти (1937). При всей своей исключительной прозорливости Резерфорд не учел, что возможно открытие такой ядерной реакции, при которой будет высвобождаться больше энергии, чем необходимо для того, чтобы ее вызвать. Для освобождения энергии, заключенной в материи, требовалось одно — ядерный «огонь», аналогичный огню при химическом горении; расщепление урана предоставило такую возможность. После этого открытия обуздание атомной энергии было уже неизбежным, хотя без давления со стороны военных кругов этот процесс вполне мог растянуться больше чем на полвека.

Пример Резерфорда показывает, что наиболее надежный прогноз развития той или иной науки способны дать отнюдь не те люди, которые больше других знают об этом предмете и являются признанными мастерами в своей области.

Шестерни воображения могут увязнуть в избыточном бремени знаний. Я попытался облечь этот вывод, основанный на наблюдениях, в форму «закона Кларка», который может быть сформулирован так:

> «Когда выдающийся, но уже пожилой ученый заявляет, что какая-либо идея осуществима, он

почти всегда прав. Когда он заявляет, что какая-либо идея неосуществима, он, вероятнее всего, ошибается».

По-видимому, нужно поточнее определить прилагательное «пожилой». В физике, математике, астронавтике оно относится к возрасту старше тридцати лет, в других науках старческое слабоумие наступает иногда после сорока. Существуют, конечно, блистательные исключения, но, как известно любому исследователю, едва переступившему порог колледжа, ученые старше пятидесяти лет годятся только для заседаний научных советов, а от лаборатории их надо всеми силами держать подальше!

Избыток воображения встречается значительно реже, чем его недостаток; когда это случается, на его злосчастного обладателя валятся все беды и неудачи — за исключением достаточно благоразумных провидцев, излагающих свои идеи только письменно и не помышляющих провести их в жизнь. К этой категории и относятся все авторы научной фантастики, историки, пишущие о будущем, творцы утопий и оба Бэкона, Роджер и Френсис.

Монах Роджер Бэкон (1214—1292) сумел представить себе оптические приборы, самоходные суда и летательные аппараты, то есть устройства, выходящие далеко за пределы существовавшей или даже логически предвидимой техники своей эпохи. С трудом верится, что нижеследующие слова были написаны в XIII столетии:

> «Можно сделать такие приборы, с помощью которых самые большие корабли, ведомые всего одним человеком, будут двигаться с большей скоростью, чем суда, полные мореплавателей. Можно построить колесницы, которые будут перемещаться с невероятной быстротой без помощи животных. Можно создать летающие машины, в которых человек, спокойно сидя и размышляя над чем угодно, будет бить по воздуху своими искусственными крыльями, наподобие птиц... а также машины, которые позволят человеку ходить по дну морскому...»

Этот отрывок представляет собой торжество воображения над упрямыми фактами. Все, что в нем сказано, сбылось, однако в эпоху его написания это был скорее акт веры, чем логики. Вполне возможно, что всякий долгосрочный прогноз, чтобы быть точным, должен носить именно такой характер. Истинное будущее не поддается *логическому* предвидению.

Великолепным примером человека, чье воображение опередило эпоху, в которую он жил, может служить английский математик Чарлз Беббедж (1792—1871). Еще в 1819 году Беббедж разработал принципы, лежащие в основе автоматических вычислительных машин. Он понял, что любые математические вычисления можно разложить на ряд последовательных операций, теоретически поддающихся выполнению машиной. Получив правительственную субсидию в размере 17 тысяч фунтов — весьма значительную для того времени сумму, он принялся строить свою «аналитическую машину».

Хотя Беббедж посвятил своему замыслу весь остаток жизни и немалую часть личного состояния, он не смог завершить его. Беббедж потерпел неудачу потому, что точной обработки деталей, необходимой для кулачков и шестеренок его машины, тогда просто не существовало. Своими попытками он способствовал созданию станкостроения, так что в конечном счете правительство вернуло себе с лихвой свои 17 тысяч фунтов. В наше время завершить работу над машиной Беббеджа, ныне красующейся в качестве одного из наиболее примечательных экспонатов Лондонского научного музея, было бы простейшей задачей. Но при жизни Беббедж сумел продемонстрировать работу лишь сравнительно небольшой части всей задуманной им машины. А через 10—12 лет после смерти Беббеджа его биограф писал: «Таким образом, этот памятник теоретического гения остается и, несомненно, навсегда останется лишь теоретической возможностью».

Сегодня мало что можно сказать в оправдание этого «несомненно». В настоящее время тысячи вычислительных машин работают на тех принципах, которые Беббедж четко сформулировал более ста лет назад, но круг решаемых ими задач и их быстродействие таковы, что он и мечтать о них не мог. Случай с Беббеджем осо-

бенно интересен и особенно трагичен именно потому, что этот ученый опередил свою эпоху не на одну, а на целых *две* технические революции. Если бы в 1820 году существовало точное приборостроение, Беббедж смог бы построить свою «аналитическую машину», и она работала бы намного быстрее человека, но очень медленно по нынешним стандартам. Ведь она была бы связана — в буквальном смысле этого слова — скоростью вращения шестерней, валов, кулачков и храповых механизмов.

Автоматические вычислительные устройства не могли стать такими, какими они стали сегодня, пока электроника не обеспечила быстродействия, в тысячи и миллионы раз превосходящего предел возможности чисто механических устройств. Этого этапа развития техника достигла в 40-х годах, и с его наступлением Беббедж был немедленно реабилитирован. Его беда заключалась не в недостатке воображения — просто ему следовало бы родиться лет на сто позже.

Есть только один способ подготовить себя к открытиям, которые нельзя предсказать, — попытаться сохранить широкий кругозор и непредубежденность. Достичь этого необычайно трудно даже при величайшей целеустремленности. Действительно, разум, воспринимающий все и вся, был бы попросту пуст, а свобода от всех предубеждений и предвзятостей является недосягаемым идеалом. Однако существует один вид умственного упражнения, который может послужить хорошей начальной подготовкой для претендентов в предсказатели будущего. Всякий желающий одолеть проблемы будущего должен совершить мысленное путешествие назад на срок жизни одного поколения, скажем к 1900 году, и спросить себя, что именно из современной техники было бы не просто невероятным, а *непостижимым* для острейших умов науки того времени и как велико было бы количество таких проблем.

1900 год — весьма удобная круглая дата: именно в этот период в науке началась полная неразбериха. Джеймс Конэнт писал об этом так:

> «Примерно к 1900 году в науке произошел *совершенно* неожиданный поворот. В истории науки известно несколько теорий, которые произ-

> вели переворот в науке, и немало эпохальных открытий, но то, что случилось в период с 1900 примерно по 1930 год, представляет собой нечто иное: это было крушение всеобщего мнения о том, что можно с уверенностью ожидать в перспективе от экспериментаторов».

П. У. Бриджмен сказал об этом еще сильнее:

> «Физики пережили интеллектуальный кризис, вызванный открытием таких экспериментальных фактов, каких они не только не предусмотрели заранее, но даже не могли предположить, что они существуют».

Крушение «классической» науки фактически началось с открытия Рентгеном «*X*-лучей» в 1895 году. Оно было первым ясным, постижимым для любого человека указанием на то, что картина Вселенной, дотоле считавшаяся разумной, на самом деле не так-то уж разумна. «*X*-лучи» — само их название отражает смятение как ученых, так и широкой публики — могли проникать сквозь твердые тела, как свет проникает сквозь стекло. Даже самый дерзкий из пророков не представлял себе и не предвидел возможности заглянуть внутрь человеческого тела и тем самым произвести полный переворот в терапии и хирургии.

Открытие рентгеновских лучей было первым великим прорывом в область, куда еще ни один человеческий ум не дерзал проникнуть. И все же оно явилось лишь слабым намеком на дальнейшие, еще более ошеломляющие открытия: радиоактивность, внутреннее строение атома, теорию относительности, квантовую механику, принцип неопределенности...

В результате, изобретения и технические устройства современного нам мира могут быть подразделены на две резко отличающиеся друг от друга категории. К одной относятся машины, работа которых была бы вполне понятна любому великому мыслителю прошлого, к другой — такие, что привели бы в крайнее смятение даже самые замечательные умы былых веков. Да и не только былых веков: Эдисон и Маркони могли бы сойти с ума, если бы попытались постичь принцип

действия некоторых устройств, ныне входящих в употребление.

Приведу несколько примеров, чтобы подчеркнуть эту мысль. Если бы вы показали, скажем, современный дизельный двигатель, автомобиль, паровую турбину или вертолет Бенджамину Франклину, Галилею, Леонардо да Винчи и Архимеду (этот перечень имен перекрывает отрезок времени в две тысячи лет), все они без особых затруднений поняли бы, как эти машины работают. Леонардо к тому же узнал бы их по некоторым эскизам из своих альбомов. Все четверо были бы поражены материалами и мастерством выполнения, которое показалось бы им магическим по своей точности, но, пережив эти первые минуты изумления, они почувствовали бы себя вполне в своей тарелке (конечно, пока не заглянули в детали вспомогательных систем электрооборудования и управления).

А теперь предположите, что им пришлось иметь дело с телевизором, электронной вычислительной машиной, ядерным реактором, радиолокационной установкой. Совершенно независимо от сложности всех этих устройств сами элементы, из которых они состоят, были бы абсолютно непостижимы для любого человека, родившегося раньше текущего столетия. Каков бы ни был уровень его знаний или умственного развития, самый склад мышления не позволил бы ему уяснить, что такое электронные лучи, транзисторы, расщепление атома, волноводы и электронно-лучевые трубки.

Вся трудность, повторяю, вовсе не в сложности: труднее всего было бы объяснить принцип действия именно самых простых современных устройств. Особенно наглядным примером может служить атомная бомба (во всяком случае, первые ее образцы). В самом деле, что может быть проще, чем стукнуть друг о друга два куска металла? А как бы вы объяснили, скажем, Архимеду, почему в результате этого произойдут разрушения более опустошительные, чем все войны между троянцами и греками?

Представьте себе, что вы пришли к любому ученому, жившему до конца XIX века, и сказали ему: «Вот два куска вещества, называемого уран-235. Если держать их отдельно друг от друга, ничего не случится. Но при быстром сближении их освобождается такое ко-

личество энергии, какое можно получить от сжигания десяти тысяч тонн угля». Как бы ни был прозорлив этот ваш ученый муж прошлого столетия, каким бы воображением он ни обладал, он все равно ответил бы вам так: «Что за чепуха! Это не наука, а колдовство. В реальном мире такого произойти не может!» А в году примерно 1890-м, когда были заложены прочные (так тогда казалось) основы физики и термодинамики, он мог точно объяснить вам, почему именно это чепуха.

Он сказал бы примерно так: «Энергия не может быть создана из ничего. Она должна получаться из химических реакций, электрических батарей, от сжатых пружин, сжатого газа, вращающихся маховиков или из какого-либо иного совершенно определенного источника. В данном случае все такие источники исключаются. А если бы они и не исключались, все равно количество энергии, названное вами, — чистейший абсурд. Шутка ли, это в *миллион* раз больше, чем можно получить при самой мощной химической реакции!»

Восхитительно то, что уже тогда, когда существование атомной энергии было полностью признано, скажем вплоть до 1940 года, почти все ученые, наверно, осмеяли бы идею высвобождения этой энергии посредством совмещения двух кусков металла. Те из них, кто верил, что энергия ядра когда-нибудь будет освобождена, уж конечно, представляли себе, что это будут делать сложные электрические устройства вроде «расщепителей атомов» и т. п. (В конечном счете, вероятно, так и будет; похоже, что нам понадобятся такие машины для синтеза ядер атомов водорода в промышленном масштабе. Но опять-таки — кто знает?)

Совершенно неожиданное открытие расщепления урана в 1939 году сделало возможными такие до абсурда простые (если не по конструкции, то, во всяком случае, в принципе) устройства, как атомная бомба и ядерный реактор. Ни один ученый не мог бы предсказать их создание, а если бы он это сделал, коллеги высмеяли бы его.

В высшей степени поучительно и полезно для развития воображения составить перечень изобретений и открытий предвиденных и непредвиденных, что я и попытался сделать.

Все перечисленное в левом столбце уже создано или открыто, и все тапт в себе элемент неожиданного или совершенно поразительного. Насколько мне известно, ни одно из этих изобретений или открытий не было предсказано за сколько-нибудь значительный срок до их появления.

В правом столбце, напротив, собраны идеи, известные человечеству сотни, а то и тысячи лет. Некоторые из них осуществлены, другим это предстоит, третьи, возможно, неосуществимы. Но какие именно относятся к третьим?

Непредвиденное	Предвиденное
Рентгеновские лучи	Автомобили
Ядерная энергия	Летательные аппараты
Радио и телевидение	Паровые двигатели
Электроника	Подводные лодки
Фотография	Космические корабли
Звукозапись	Телефоны
Квантовая механика	Роботы
Теория относительности	Лучи смерти
Транзисторы	Трансмутация (биологические превращения живых существ)
Мазеры и лазеры	Искусственная жизнь
Сверхпроводники, сверхтекучесть	Бессмертие
Атомные часы, эффект Мёссбауэра	Невидимость
Определение состава небесных тел	Левитация
Установление возраста материалов (C_{14} и др.)	Телепортация (мгновенное перемещение материальных тел на дальние расстояния)
Обнаружение невидимых планет	Общение с покойниками
Ионосфера, радиационные пояса ван-Аллена	Зрительное проникновение в прошлое и будущее
	Телепатия

Содержание правого столбца намеренно провокационное: в него наряду с серьезными научными пред-

положениями включена чистейшая фантазия. Но единственный способ изведать границы возможного — это осмелиться шагнуть чуточку дальше за его пределы, в область невозможного. Именно это я хочу проделать в последующих главах; правда, я сильно опасаюсь, что изредка и у меня может проявиться недостаток если не дерзания, то воображения. Ведь при взгляде на левый столбец я вполне ясно отдаю себе отчет, что каких-нибудь десять лет назад многое из перечисленного в нем я посчитал бы неосуществимым..,

3

БУДУЩЕЕ ТРАНСПОРТА

Львиная доля энергии, затраченной за время существования человечества, использована для перемещения вещей с одного места на другое. В течение многих тысячелетий скорость передвижения была крайне низкой — всего около трех-четырех километров в час (скорость пешехода). Даже приручение дикой лошади не привело к существенному увеличению этой цифры; хотя скаковая лошадь способна очень короткое время передвигаться со скоростью свыше шестидесяти километров в час, все же лошади использовались главным образом как тихоходные вьючные животные и как тягловая сила для повозок. Самые скоростные из конных повозок — дилижансы, увековеченные Диккенсом, — редко делали более 15 километров в час по тем дорогам, какие существовали до XIX века.

Таким образом, на протяжении почти всей истории и предыстории человечества и помыслы, и образ жизни человека были привязаны к узенькой полоске спектра скоростей в пределах от 1 до 15 километров в час. И вот за срок жизни всего нескольких поколений скорости передвижения возросли буквально во сто крат. Имеются, пожалуй, достаточные основания полагать, что относительный прирост скоростей, достигнутый в середине XX века, никогда более не повторится.

Однако высокая скорость — не единственная характеристика транспорта, а в некоторых случаях она просто нежелательна, в особенности когда вступает в противоречие с комфортом, безопасностью и экономическими соображениями. Вполне возможно, что в передвижении по поверхности Земли нами уже достигнут (если не превышен) практический предел скорости, и дальнейшие усовершенствования должны пойти по другим на-

правлениям. Ни у кого нет желания нестись по Пятой авеню Нью-Йорка со скоростью звука, многие нью-йоркцы были бы счастливы, если бы им всегда было гарантировано передвижение по ней со скоростью дилижанса.

Существует много методов классификации видов транспорта; наиболее естественный из них — по среде перемещения (земля, вода, воздух, космос). Однако такое деление теперь становится все более и более произвольным, поскольку появились виды транспорта равно эффективные в двух и более средах. Для целей этой книги наиболее удобна классификация по дальности перемещения. На нашей планете диаметром около 13 тысяч километров мы можем установить всего четыре категории расстояний.

Только полиция, врачи и пожарники могут встретиться с необходимостью передвигаться на расстояния первой категории, то есть очень короткие, со скоростью свыше 80 километров в час, и только они имеют право досаждать такими скоростями сообществу людей, окружающему их. Я считаю, что для таких расстояний идеальными средствами индивидуального транспорта были бы мотороллер или очень маленький малолитражный автомобиль. Если уж на то пошло, я бы хотел проявить в этом вопросе крайнюю реакционность и напомнить, что почти позабытая привычка ходить пешком все еще очень много сулит в смысле физического здоровья, душевной бодрости, а подчас и скорости, с чем согласится всякий, кому приходилось попадать в уличные пробки большого города. Пожалуй, единственным оправданием *отказа* ходить пешком может служить плохая погода, но впоследствии и этого оправдания не будет. В городах погодой будут, конечно, полностью управлять еще до конца следующего столетия, а вне городов, даже если мы не сумеем ею управлять, мы, безусловно, сможем ее предсказывать и соответственно планировать свои передвижения.

Пока мы пребываем в таком «ретроспективном» настроении, я позволю себе внести еще более неожиданное предложение. Дело в том, что наилучшим видом личного транспорта, каким когда-либо располагал человек (при условии коротких расстояний и хорошей погоды), является лошадь. Она обладает, так сказать,

Расстояние, в км	Наименование категории расстояний	Способ передвижения	
		пассажиров	грузов
1—15	Очень короткие (местные, городские)	Пешее хождение, лошадь, велосипед, мотороллер, автомобиль, автобус, метро, пассажирский конвейер	Грузовой автомобиль, трубопровод, конвейер
15—150	Ближние (пригородные, междугородные)	Автомобиль, автобус, рельсовый транспорт, суда, пассажирский конвейер	Грузовой автомобиль, трубопровод, рельсовый транспорт
150—1500	Средние (континентальные)	Автомобиль, автобус, рельсовый транспорт, суда, самолет, ТВП [1], СВВП [2]	Грузовой автомобиль, рельсовый транспорт, самолет, ТВП [1], СВВП [2]
1500—15 000	Дальние (межконтинентальные)	Рельсовый транспорт, самолет, суда, ТВП, реактивный самолет, ракета	Рельсовый транспорт, суда, самолет, ТВП, подводная лодка

[1] Транспорт на воздушной подушке.
[2] Самолет с вертикальным взлетом и посадкой.

автоматическим управлением, способна к самовоспроизводству, никогда не выходит из моды, и, кроме того, разве только двухэтажный автобус может сравниться с ней по удобству обозрения ландшафтов. Я признаю, что в этой идее есть и недостатки: лошадей содержать дорого, они иногда проявляют склонность к непослушанию и, по существу, не особенно сообразительны. Но все это не имеет *решающего* значения, потому что когда-нибудь мы научимся выводить более разумных домашних животных, а то и вообще совершенно новые породы с более высоким коэффициентом умственного развития, чем существующие ныне.

Когда это произойдет, местный транспорт в значительной части — по крайней мере в сельских местностях — снова станет немеханическим, хотя и не обязательно конным. В дальней перспективе лошадь может оказаться отнюдь не наилучшим выбором. Возможно, жители сельской местности предпочтут что-нибудь вроде небольшого слона, потому что слоны очень ловки (это единственное четвероногое, способное выполнять весьма мелкие и точные операции по перемещению грузов). Во всяком случае, такое животное должно быть травоядным: плотоядных слишком дорого кормить, а кроме того, им могут прийтись по вкусу их седоки.

Я имею в виду животное достаточно крупное, чтобы оно могло с приличной скоростью перевозить на себе человека, и достаточно сообразительное, чтобы пастись самостоятельно, не причиняя излишних хлопот и не забывая дороги к дому. Оно должно являться к человеку для исполнения своих обязанностей в точно установленное время или по вызову посредством системы радиосигналов и уметь выполнять многие простые поручения само, без непосредственного надзора человека. Мне думается, что на подобного рода создание будет довольно большой спрос, а, когда есть спрос, рано или поздно появится и предложение.

Возвращаясь от этих биологических мечтаний в мир машин, мы можем отметить, что единственной новинкой в транспортных средствах для категории очень коротких расстояний является конвейер. Я подразумеваю под этим все непрерывно движущиеся системы типа эскалаторов, то есть «движущихся дорог», описанных

Гербертом Уэллсом в романе «Когда спящий проснется».

Несколько экспериментов малого масштаба по созданию пешеходных конвейерных систем рассматривались и изучались в Нью-Йорке и Лондоне в связи с необходимостью ликвидации пресловутых «узких мест» между вокзалом Грэнд-сентрал-стейшн и Таймс-сквер (Нью-Йорк) и между Монументом и Английским банком (Лондон). Разумно построенный город, рассчитанный от земли и до самых крыш на удобную для его обитателей жизнь, следовало бы рассечь вдоль и поперек медленно движущимися тротуарами на различных уровнях; скажем, с севера на юг шли бы четные уровни, а с востока на запад — нечетные с большим количеством переходов между ними.

Генеральный план такого «конвейерного» города был бы несколько однообразным и механическим по вполне очевидным техническим соображениям, хотя и не столь монотонно-прямоугольным, как план Манхеттена.

Сейчас становится все более бесспорным, что в больших городах вскоре придется отказаться от всех перевозочных средств, кроме общественного транспорта. Нам потребовался порядочный срок, чтобы осознать эту необходимость: более двух тысяч лет прошло с тех пор, как возросшая напряженность уличного движения в Риме вынудила Юлия Цезаря запретить в дневное время езду по улицам на колесных повозках. Надо полагать, что с 46 года до нашей эры положение несколько ухудшилось. Если частным автомашинам будет и впредь разрешено ездить по городам, нам придется поставить все здания на колонны, чтобы полностью использовать поверхность Земли для дорог и стоянок машин, но, по всей вероятности, даже это не решит проблемы.

Хотя есть все основания полагать, что пешеходные конвейеры будут использованы только для передвижения на короткие расстояния, существует определенная возможность, что они получат более широкое применение. Около двадцати лет назад в рассказе под названием «Дороги должны катиться» Роберт Хайнлайн высказал предположение, что когда-нибудь для передвижения даже на большие расстояния будет использована система конвейерных лент. Возможность дли-

тельного применения автомобилей исключается хотя бы из-за возрастающего числа жертв бензиновой войны[1]. Хейнлайн со свойственной ему тщательностью разработал социологический и технический аспекты «культуры катящихся дорог». Он создал, призвав на помощь свое воображение, картину гигантских многополосных магистралей, центральные секции которых движутся со скоростью 150 километров в час, вместе с ресторанами и комнатами отдыха.

Технические проблемы, сопряженные с созданием подобной системы, колоссальны, но их нельзя считать неразрешимыми (во всяком случае, они не выдерживают сравнения с трудностями, которые пришлось одолеть при создании ядерного оружия, хотя капитальные затраты здесь будут даже больше). Однако, по моему убеждению, эти проблемы настолько серьезны, что их решение *средствами современной техники* не было бы оправдано. Сам Хейнлайн позаботился указать, что́ может случиться, если скоростной пассажирский конвейер с несколькими тысячами людей внезапно остановится...

Главнейшая проблема, связанная с непрерывно движущимся пешеходным конвейером, сводится к одному: как безопасно ступить на него? Всякий, кто наблюдал, как мешкает нервная пожилая дама перед входом на эскалатор, поймет смысл этого вопроса. Я не думаю, что рядовой горожанин, к тому же еще, может быть, обремененный покупками или детьми, справится с разностями скоростей выше восьми километров в час. А раз это так, значит, помышляя о создании дорог-экспрессов со скоростью движения центральной части до 80 и более километров в час, мы должны предусмотреть ряд прилегающих переходных лент.

Идеальная движущаяся дорога должна была бы отличаться *плавным* нарастанием скорости от краев к центру, без резких скачков. Твердого вещества с такими свойствами не существует, и с первого взгляда эта идея кажется неосуществимой. А если вдуматься?

[1] Автор строит свою гипотезу на основе все возрастающего числа смертельных исходов от автомобильных катастроф. Бензиновая война — термин, используемый американцами, у которых во время второй мировой войны погибло больше людей на дорогах, чем на полях сражений. — *Прим. ред.*

Именно такие свойства характерны для потока воды. Непосредственно у берега жидкость находится в состоянии относительного покоя, далее, к середине, скорость поверхностного слоя постепенно нарастает, снова уменьшаясь по мере приближения к противоположному берегу. Вы можете убедиться в этом, перебросив шнур с нанизанными на него пробками поперек реки, имеющей плавное течение. Шнур быстро примет форму дуги, так как пробки в средней части будут двигаться быстрее, чем у концов шнура. Природа создала этот образец идеальной движущейся дороги, и пользуются ею мелкие насекомые, которые могут передвигаться по поверхности воды.

В одном из моих первых романов («Чтобы ночь не наступила». — *Ред.)* я предположил, правда не особенно всерьез, что мы когда-нибудь изобретем или разработаем материал, достаточно прочный (в вертикальной плоскости), чтобы выдержать вес человека, и вместе с тем обладающий определенной текучестью (в горизонтальной плоскости), позволяющей его частицам перемещаться с различными скоростями. Существует очень много веществ до некоторой степени «анизотропных», то есть имеющих различные физические свойства в различных направлениях. Классический пример такого вещества — древесина; всякому плотнику известно, что вдоль волокон она ведет себя совершенно иначе, чем поперек их.

Возможно, локальное воздействие магнитного, электрического или какого-нибудь иного поля на порошкообразное вещество или плотную жидкость создаст желаемый эффект анизотропности — вспомните, что происходит с железными опилками в магнитном поле. Я пытаюсь представить себе следующее (признаюсь, это не более как попытка вслепую нащупать путь во мраке неизвестности, покрывающем технику будущего): довольно тонкий слой некоего вещества *X* нанесен на неподвижное твердое основание, внутри которого генерируются соответствующие поляризующие поля. Воздействие полей придает этому неизвестному пока веществу жесткость в вертикальном направлении и одновременно обеспечивает существование желаемого градиента скорости поперек полосы. Вы можете уверенно ступить на край полосы, потому что он почти

неподвижен. Но, двигаясь по направлению к середине, вы почувствуете плавное и устойчивое увеличение скорости, пока не дойдете до экспрессной средней части. Здесь не будет внезапных скачков скорости, неизбежных при всякой системе параллельных конвейерных лент.

Непрерывное изменение скорости движения такой дороги в поперечном направлении было бы весьма неудобным: оно не позволяло бы стоять неподвижно, потому что одна нога обгоняла бы другую. Этого можно избежать при использовании достаточно широких полос с одинаковой скоростью перемещения, отграниченных цветными светящимися знаками, перемежающихся узкими промежуточными лентами, в пределах которых скорость нарастала бы быстро, но достаточно плавно. Можно было бы легко варьировать ширину и направление движения этих полос, просто изменяя конфигурацию силового поля, которое их образует. В конце дороги поле выключается, вещество *X* превращается в нормальную жидкость (или порошок) и может быть перекачано по трубам к началу участка дороги.

Весь этот замысел настолько привлекателен и сулит такие усовершенствования традиционной схемы конвейерных лент, что будет очень жаль, если он окажется совершенно неосуществимым.

Есть и другие, еще более прогрессивные решения проблемы передвижения пешеходов. Открытие способа управления силой тяжести (эта возможность детально обсуждается в главе 5) помогло бы нам значительно больше, чем нейтрализация веса. Мы достигли бы тогда не только левитации, но и управляемого движения в любом желаемом направлении — вверх, вниз, по горизонтали и по вертикали.

Наше поколение уже знакомо с невесомостью в море и в космосе, поэтому нам не покажется совершенно фантастической картина города, переполненного пешеходами (если их еще можно будет так называть), без малейшего напряжения плавающими по воздуху. Конечно, немного страшновато представить себе перемещение по вертикали в здании высотой с Эмпайр Стейт Билдинг. Лифтов с кабинами там уже не будет — останутся просто вертикальные сквозные колодцы вы-

сотой триста метров. Но для обитателей таких зданий эти колодцы под воздействием гравитационного поля, искусственно повернутого на 90 градусов, покажутся *горизонтальными* туннелями, по которым они будут летать, словно пушинки, гонимые легким ветерком. Лишь при аварийном отключении энергии к ним вернется ощущение реальности — в виде, как это ни печально, шишек и синяков.

Совершенно ясно, что человек нашего века недолго прожил бы в таком городе по причинам как физическим, так и психологическим. Но ведь и в любом из наших городов человека, жившего, скажем, в 1800 году, тоже хватило бы ненадолго. Автомобили, даже при их запрещении в городах, вероятно, еще долго будут основным видом транспорта при езде на короткие расстояния (15—150 километров). Теперь уже мало осталось в живых людей, которые помнят иные времена; автомобиль вошел в нашу жизнь, и трудно поверить, что он детище нашего века.

Если говорить беспристрастно, это совершенно невероятный агрегат, который никакое разумное общество не должно было бы терпеть. Если бы кто-нибудь из людей конца XIX века взглянул на подъездные дороги современного большого города в понедельник утром или в пятницу вечером, он подумал бы, что попал в преисподнюю, — и был бы недалек от истины.

Ведь в чем сущность этой картины? Миллионы автомашин, каждая из которых — чудо сложности (зачастую излишней), несутся во всех направлениях, приводимые в движение двигателями мощностью до двухсот лошадиных сил. Многие из этих автомашин размером с небольшой дом содержат в себе пару тонн всяких хитроумных сплавов, однако везут они зачастую всего лишь одного человека. Они могут достигнуть скорости порядка 150—160 километров в час, но им редко удается развивать даже 60 километров. За жизнь одного поколения они израсходовали больше невозместимого горючего, чем все человечество за всю свою предшествующую историю. При всем несовершенстве дорог они стоят примерно столько же, во сколько обходится небольшая война; аналогия эта вполне уместна, потому что людей на них гибнет не меньше.

Невзирая на то что все это дается ужасной ценой потери как духовных, так и материальных ценностей, наша цивилизация и десятка минут не прожила бы без автомобиля.

Хотя автомобиль, безусловно, поддается дальнейшему усовершенствованию, трудно предположить, что на смену ему может быть создано что-нибудь принципиально новое.

Вот уже шесть тысяч лет человечество ездит на колесах, и существует неразрывная преемственная связь между повозкой, запряженной быками, и кадиллаком.

Тем не менее придет время, когда эта преемственность будет нарушена, — возможно, транспортом на воздушной подушке, возможно, покорением силы тяжести, а может быть, и еще более революционными средствами. Я рассмотрю их не здесь, а пока ограничимся беглым взглядом на будущее автомобиля в том виде, в каком мы его знаем.

По мере усовершенствования материалов он станет легче и поэтому эффективнее. Его замысловатый и вредный для здоровья бензиновый двигатель (который, отравляя воздух, погубил, вероятно, не меньше людей, чем автомобильные катастрофы) будет заменен опрятными и бесшумными электрическими двигателями, встроенными непосредственно в колеса и поэтому оставляющими больше места для кузова. Само собой разумеется, для этого необходимо разработать по-настоящему компактные и легкие устройства для хранения или выработки электроэнергии, которые будут по меньшей мере на порядок совершеннее, чем современные неуклюжие аккумуляторы. Это изобретение запаздывает уже лет на пятьдесят; оно появится либо в результате усовершенствования топливных элементов, либо в качестве побочного продукта развития физики твердого тела.

Впрочем, все эти усовершенствования будут иметь меньшее значение, чем тот факт, что послезавтрашний автомобиль будет управляться не его владельцем, а автоматически; более того, когда-нибудь управление своим автомобилем на дороге общественного пользования будет, возможно, считаться серьезным нарушением порядка. Я не берусь предсказывать, сколько лет потребуется для введения полностью автоматизи-

рованного управления движением автомобилей с помощью электронно-вычислительных машин, но десятки технических средств, уже применяемых на авиалиниях и железных дорогах, указывают путь к этому. Автоблокировка, электронные дорожные знаки, радарные детекторы препятствий, навигационные сетки — даже сегодня мы можем представить себе основные элементы, необходимые для такой системы управления. Автоматическая система управления магистральной дорогой будет, конечно, баснословно дорога и по начальным затратам, и в эксплуатации, но в конечном счете она обойдется намного дешевле современного ручного управления машинами с точки зрения экономии времени, предотвращения всяких инцидентов и сохранения человеческих жизней.

Автомобиль будущего получит подлинное право на первую часть своего названия. Вам нужно будет только приказать, куда ехать, путем набора кодового числа на диске, а может быть, и просто устно — и машина поедет по самому выгодному маршруту, предварительно справившись в дорожной информационной системе насчет заторов и пробок. Попутно будет практически решена и проблема стоянок. Как только машина доставит вас на работу, вы можете приказать ей уехать из города. Она снова явится к вам «для несения службы» вечером — по радиовызову или в заранее назначенное время. И это лишь одно из преимуществ обладания «встроенным в машину водителем».

Некоторым людям, я знаю, очень нравится водить машину — по мотивам весьма простым; эти мотивы имеют отношение к учению Фрейда, но от этого они ничуть не стали предосудительнее. Такие желания легко могут быть удовлетворены в надлежащее время и в надлежащих местах, но только *не* на дорогах общего пользования. Лично я упорно и неизменно отказываюсь иметь дело с видами транспорта, в которых не могу читать во время езды. Поэтому я не хочу владеть автомобилем: на нынешней ранней стадии своего технического развития автомобиль владел бы мной.

Наиболее революционным, а с точки зрения наших дедов, наиболее невероятным событием в истории транспорта явилось развитие авиации. В последующем все

пассажирские перевозки на расстояния, скажем, более трехсот километров будут осуществляться по воздуху. Железнодорожники осознают это, что подтверждается их попытками, зачастую откровенными, отпугнуть от себя пассажиров. Они предпочли бы сосредоточить свое внимание на грузах. Грузы выгоднее, и с ними намного меньше хлопот: они редко проявляют излишнюю поспешность и согласны простоять несколько часов на запасных путях. Кроме того, они не требуют, чтобы ноги были в тепле, а коктейли — со льда.

История железных дорог, столь славно послуживших человечеству в течение почти полутора столетий, вступает сейчас в свою заключительную фазу. По мере децентрализации промышленности, сокращения потребления угля в качестве топлива, по мере того как применение ядерной энергии позволит предприятиям приблизиться к источникам своего сырья, постепенно отпадет необходимость в переброске миллионов тонн исходных материалов на тысячи километров. А с ней уйдет в прошлое и основная функция железных дорог, которая всегда состояла в перевозке грузов, а не пассажиров.

Некоторые молодые государства, например Австралия, уже строят транспортные системы на основе автомобильных дорог и авиационных линий, фактически миновав эру железных дорог. Пройдет еще несколько десятилетий, и нынешние пульманы, купе и вагон-рестораны станут такими же архаизмами, как колесные пароходы на Миссисипи, и будут пробуждать такую же тоску по прошлому.

Тем не менее, как это ни парадоксально, вполне возможно, что героическая эра железных дорог еще впереди. В мирах, лишенных атмосферы, наподобие Луны или Меркурия, и на спутниках планет-гигантов другие виды транспорта могут оказаться нецелесообразными, а отсутствие атмосферы позволит развивать очень большие скорости даже при движении по поверхности. В такой обстановке железные дороги почти настоятельно необходимы (под железными дорогами здесь подразумеваются любые системы транспортных средств с применением неподвижных направляющих элементов). На планетах с сильно изрезанной поверхностью и с малой силой тяготения многое говорит в пользу

подвесных монорельсовых или канатных дорог, которые могут быть переброшены через долины, возвышенности, кратеры, то есть совершенно независимо от рельефа местности под ними. Лет через сто поверхность Луны, возможно, будет покрыта такой сетью, соединяющей герметизированные города этой первой внеземной колонии.

Тем временем на нашей Земле прирост воздушных пассажирских перевозок еще более ускорится, когда будут усовершенствованы СВВП (самолеты с вертикальными взлетом и посадкой). Правда, вертолет при всем его значении для некоторых специальных областей применения оказал малое влияние на развитие общественного транспорта, но этого нельзя будет сказать о его преемниках — аэробусах ближней и средней дальности, которые появятся в недалеком будущем. Сейчас никто не может предвидеть ни их форм, ни принципа действия. Но нет ни малейшего сомнения, что на основе какого-нибудь из тех устрашающего вида сооружений, которые сейчас натужно вздымаются в воздух при помощи реактивных двигателей, роторов или поворотных крыльев, скоро будут разработаны практически приемлемые образцы.

Нельзя считать, что мы победили воздух, пока мы не научились взлетать и опускаться по вертикали так медленно, как нам заблагорассудится.

Что же касается межконтинентальных перевозок, то здесь битва уже закончена и решение принято. Там, где нужна скорость, авиационные линии не имеют соперников. Ведь теперь создалось смешное положение: проезд в аэропорт и из него, а также преодоление «бумажных занавесов» на обоих концах рейса отнимают больше времени, чем сам трансатлантический перелет.

И все же скорости полета в течение ближайших десятилетий будут весьма значительно возрастать. Существующие ограничения имеют скорее экономический, чем технический, характер. Нынешнее «поколение» реактивных самолетов должно себя окупить, и авиационные компании были бы очень огорчены, если бы промышленность стала производить сейчас сверхзвуковые лайнеры, которые они охотно купят, но... после 1970 года... Такая убежденность, что главные достижения еще впереди, есть не что иное, как следствие рево-

люций в ракетной технике и реактивных двигателях периода 1945—1955 годов, когда все существовавшие рекорды были столь основательно побиты, что всякий консерватизм относительно перспектив развития авиации кажется просто смешным.

Так было отнюдь не всегда, о чем свидетельствуют примеры, приведенные мной в главе 1. Мне хочется напомнить еще один — уж очень легко забывается, как безнадежно далеки от истины мнения технических и научных авторитетов относительно перспектив прогресса.

Тем не менее «эксперты» продолжают повторять одни и те же ошибки; многие из них опять изрекут свои шаблонные предсказания, когда эти слова появятся в печати.

В 1929 году видный авиационный инженер, ныне хорошо известный читателю совершенно в иной связи (его фамилию я назову немного позднее), написал работу о перспективах развития авиации, которая начиналась следующими словами: «Сейчас с легкостью предсказывают, что через несколько лет скорость пассажирских самолетов достигнет 500 километров в час — нынешнего рекорда скорости». Это, прорицает он с важностью жреца, не более как вопиющее журналистское преувеличение, поскольку «у коммерческого самолета имеется ограниченный предел усовершенствования, дальше которого нельзя ожидать никаких успехов».

Вот какие успехи предвосхищены этим дальновидным пророком к моменту, когда самолет достигнет «предела своего усовершенствования», что должно произойти, по его мнению, *вероятно, к 1980 году:*

Скорость — 170—200 километров в час
Дальность — 1000 километров
Полезная нагрузка — 4 тонны
Общий вес — 20 тонн

Ну что ж, к этому можно добавить: к 1960 году, когда автор этих цифр скончался, оплакиваемый тысячами читателей во многих странах, все его показатели были превышены более чем в пять раз. Дело в том, что в 1929 году этот провидец именовался Н. С. Норуэем, ведущим конструктором проекта воздушного

корабля R-100, а в 1960 году он стал знаменит под псевдонимом Невил Шьют. Нам остается только надеяться, как надеялся и он сам, что его роман «На последнем берегу» окажется столь же далеким от истины, как его ранние, менее известные предсказания.

В период жизни следующего поколения мы, несомненно, сможем строить реактивные транспортные самолеты, летающие со скоростью порядка полутора — трех тысяч километров в час. Это означает, что самое дальнее путешествие на нашей планете будет продолжаться не более шести часов, а в основном длительность полетов редко превысит один-два часа. Тогда может сложиться глобальная сеть массовых дальних авиаперевозок, которая будет в значительно большей степени похожа на автобусный и железнодорожный транспорт наших дней, чем любые виды современного авиатранспортного обслуживания. Питание в полете и стюардессы станут столь же излишними, как, скажем, в лондонском метро. Аналогия может оказаться даже чересчур близкой: некоторые специалисты предлагают организовать сверхдешевые перевозки на специальных самолетах, где будут места только для стояния. Испытавшие на себе прелести удешевленного трансатлантического перелета в обществе дюжины горластых младенцев могут порадоваться, узнав, что будущее сулит еще большие восторги.

Столкнувшись с конкуренцией, судовые компании вполне резонно сосредоточили особое внимание на предоставлении своим пассажирам комфорта и отдыха. Хотя на некоторых маршрутах теперь больше пассажиров перевозится по воздуху, чем морем, этот прирост произошел не за счет океанских лайнеров. Более того, совсем недавно осуществлена (во всяком случае, в Европе) крупная судостроительная программа, в результате которой были спущены на воду такие великолепные лайнеры, как «Ориана», «Леонардо да Винчи» и «Канберра». Некоторые новые суда чисто пассажирского типа, то есть не рассчитаны на то, чтобы давать доходы от перевозки грузов. Пусть будущее сулит нам что угодно, — такие суда будут по-прежнему бороздить океаны, пока человек остается человеком и слышит зов моря — своей древней колыбели.

Дни грузового морского транспорта — грузовозов-бродяг, пробавляющихся случайными рейсами, парусников, галлеонов и квинкверем [1], в течение шести тысяч лет перевозивших все клади мира, — уже сочтены; лет через сто лишь в глухих уголках Земли сохранится несколько этих живописных пережитков прошлого. Грузовому судну, не знавшему соперников на протяжении многих веков, ныне угрожают сразу с трех сторон. Одна такая угроза исходит... из-под воды. Подводная лодка значительно экономичнее надводного судна, попусту расходующего много энергии на образование волн. С появлением ядерной энергии скоростные подводные лодки дальнего радиуса действия, много лет назад предсказанные Жюлем Верном, стали наконец возможными, однако они используются пока что лишь в военных целях. Позволят ли большие затраты на строительство и трудности вождения судов под водой достичь экономической целесообразности применения грузовых подводных лодок — это уже другой вопрос.

Интересным компромиссным решением, почти наверняка экономически выгодным, является гибкий буксируемый контейнер для жидких грузов, разрабатываемый ныне в Англии. Эти гигантские колбасы из пластика (когда они не нужны, их можно скатать и за недорогую плату отправить морем, а то и по воздуху из одного пункта в другой) теперь изготавливаются длиной до девяноста метров, причем никаких видимых ограничений для дальнейшего увеличения их размеров нет. Поскольку такие «колбасы» можно буксировать полностью погруженными, они обладают экономичностью подводной лодки, будучи свободными от присущих ей технических и навигационных сложностей.

Изготовление их просто и недорого, так как требуемая конструктивная прочность крайне невелика. В отличие от судов жесткой конструкции они не оказывают сопротивления волнам, а изгибаются вместе с ними. Они могут даже «изламываться» под острым углом, когда буксир делает крутой разворот.

[1] Галлеон — крупное парусное судно (главным образом в средневековом испанском торговом флоте); квинкверема — морское судно древних с пятью ярусами весел. — *Прим. перев.*

Изобретатель «Дракона» (торговое наименование гибкого подводного танкера) признался с похвальной честностью: «Я почерпнул эту идею из научно-фантастического романа». Он имел в виду, вероятно, отличный роман Фрэнка Герберта «Дракон в море», описывающий полное опасностей плавание во время войны атомной подводной лодки, буксирующей караван погруженных нефтяных барж. Действительно, такие «суда», возможно, получат наибольшее применение именно в качестве нефтяных танкеров: нефтепродукты составляют половину всех грузовых морских перевозок мира, объем которых достигает в настоящее время миллиарда тонн в год. Некоторые судовладельцы Греции могут с полным основанием опасаться вытеснения своих великолепных танкеров пластмассовыми бутылями, разросшимися до гигантских размеров.

Другие сыпучие и наливные грузы (зерно, уголь, руду и вообще сырье) можно перевозить таким же способом. В большинстве случаев скорость перевозки для подобных грузов не имеет значения; важно только обеспечить непрерывность поступления. Где потребуется скорость, будут применены авиационные перевозки для всех грузов, кроме наиболее объемистых, а придет время — и для них тоже.

Авиационный транспорт находится в самом начале своего развития; устанавливать пределы его достижений было бы просто глупо, что убедительно показывают приведенные мною примеры. Хотя сейчас на авиацию приходится менее 1% общего количества перевозимых грузов, может наступить время, когда по воздуху пойдут все грузы. Часть из них действительно будет совершать перелеты на больших высотах, порядка тысяч метров, но другая часть, притом, пожалуй, наибольшая, поднимется над Землей всего на какие-нибудь десятки сантиметров. Вполне вероятно, что гибель океанскому грузовозу сулит не подводная лодка, не самолет, а машина, скользящая на воздушной подушке над землей и над морем.

Это новейшее и совершенно неожиданное изобретение важно, может быть, не только само по себе, но и как определенный предвестник будущего. Впервые в истории оно позволяет нам перемещать по воздуху действительно *тяжелые* грузы. Приведет ли это к ре-

волюции на транспорте или нет, сказать трудно; бесспорно одно: люди начнут всерьез думать над проблемой подлинного управления гравитацией, об одном довольно тривиальном применении которой я уже упомянул.

Управление гравитацией, «антигравитация», как выражаются писатели-фантасты, может оказаться неосуществимой задачей, а машины на воздушной подушке уже есть. Давайте же посмотрим, что могут дать нашей цивилизации эти машины и их гипотетическое потомство.

4

СКОЛЬЖЕНИЕ ПО ВОЗДУХУ

В нашем столетии произошли две великие революции на транспорте, каждая из которых изменила самый уклад жизни человеческого общества. Автомобиль и самолет создали мир, который сто лет назад люди не могли себе представить даже в самых необузданных мечтах. И вот теперь брошен вызов и самолету и автомобилю. Их соперником выступает нечто совершенно новое, ему еще даже не дано названия, — нечто способное сделать будущий мир таким же чужим и странным для нас, каким сегодняшний мир автострад и гигантских аэропортов выглядел бы для человека 1890 года. Ибо эта третья транспортная революция может привести к отмиранию колеса, верно служившего нам с самой зари истории человечества.

Во многих странах — Англии, СССР, США, Швейцарии и, несомненно, в ряде других — сейчас развернута большая работа по конструированию транспортных машин, которые буквально скользят по воздуху.

Несколько таких машин — «Эркар» фирмы Кёртис-райт и «Хоуверкрафт» SR-N1 фирмы Сондерс-Роу уже были продемонстрированы в действии, а последние модели уже поступили в серийное производство. Их действие основано на явлении «воздушной подушки», поэтому их называют машинами на воздушных подушках.

Хотя МВП, поддерживаемые потоками воздуха, отбрасываемыми вниз, казалось бы, родственны вертолетам, в основу их конструкции положены совершенно иные принципы. Если вас удовлетворяет скольжение по воздуху на высоте всего десяти-двадцати сантиметров над землей, вы можете *при равной мощности* поднять в воздух груз, во много раз больший, чем вертолет поднимает высоко в небо. С помощью чрезвычай-

но простого опыта вы сумеете убедиться в этом, не выходя из дома.

Подвесьте электрический вентилятор в середине комнаты так, чтобы он мог свободно раскачиваться, и включите его. Вы увидите, что вентилятор отклонится примерно на полсантиметра в направлении, противоположном движению потока воздуха. Развиваемая при этом тяга невелика, но она имеет то же происхождение, что и сила, движущая наши самолеты и вертолеты.

Теперь подвесьте тот же вентилятор крыльчаткой поближе к стене, насколько позволит ограждающий проволочный щиток. На сей раз, включив вентилятор, вы обнаружите, что отдача увеличилась раза в два-три, потому что часть воздушного потока попадает как бы в ловушку между крыльчаткой и стеной, образуя своего рода подушку. Чем эффективнее «захватывается» воздух, тем больше отдача. Если вы приделаете вокруг крыльчатки кольцевой кожух, предотвращающий растекание воздуха, сила отдачи будет возрастать еще значительнее.

Этот опыт указывает, что нам надо сделать, если мы хотим скользить на воздушной подушке. Представьте себе плоскую поверхность и слегка вогнутую пластину, наподобие блюдца дном вверх, лежащую на ней. Если мы сможем с достаточной силой подуть под блюдце, оно начнет приподниматься, пока воздух не прорвется наружу по его краям, и повиснет над поверхностью на высоте нескольких миллиметров.

При правильной постановке опыта даже малый объем воздуха может создать удивительно большую подъемную силу. Научные работники Европейского центра ядерных исследований недавно нашли этому эффекту хорошее применение. Перед ними стояла задача — передвинуть установку весом около трехсот тонн и, что еще сложнее, водрузить ее на нужное место в лаборатории с точностью до долей миллиметра.

Они применили стальные дисковые подкладки диаметром около 1 метра, имеющие форму опрокинутого блюдца с резиновыми кольцами по их нижнему краю. При подаче под такой диск воздуха под давлением около пяти атмосфер диск легко поднимает десять-двадцать тонн. И, что не менее важно, трение при этом

столь незначительно, что вы можете буквально одним пальцем толкать тяжелую машину по лаборатории.

Совершенно очевидно, что промышленность, прежде всего тяжелое машиностроение, найдет много применений этим «парящим блюдцам»; одно из них, тривиальное, но забавное, уже переступило порог нашего дома. Сейчас в продажу поступил пылесос, который без малейшей затраты усилий скользит над ковром, поддерживаемый собственной выхлопной струей воздуха. Благодаря этому перегруженная заботами домашняя хозяйка сможет вернуться к телевизору на несколько секунд раньше, что, конечно, жизненно важно.

Но при чем тут транспорт в широком смысле слова, можете вы спросить. На Земле не так уж много дорог, у которых поверхность гладкая, как пол в лаборатории или хотя бы как ковер в комнате, поэтому вряд ли старому доброму колесу нужно особенно тревожиться за свою судьбу.

Однако судить так было бы недальновидно, и это очень скоро обнаружили ученые, занявшиеся теорией влияния поверхности. Устройства малых размеров, описанные мной выше, действительно могут работать только на плоских и гладких поверхностях, но, если сделать их достаточно большими, положение коренным образом меняется, суля при этом немалые волнения инженерам-транспортникам.

Дело в том, что, чем больше будут размеры МВП, тем на большей высоте над землей она будет скользить и, следовательно, преодолевать более пересеченную местность. Машина SR-N1 поднимается максимально на высоту около 40 сантиметров; последующие, более крупные модели ее будут скользить по воздуху на высоте до 1,5 метра, поддерживаемые невидимой подушкой, образованной нисходящими струями воздуха.

Поскольку такие машины не прикасаются непосредственно к поверхности под ними, они способны с равной легкостью перемещаться над снегом, льдом, песками, вспаханными полями, расплавленной лавой — в общем, назовите любую поверхность, и МВП пройдет над ней. Всякие иные транспортные машины — это своего рода специализированное тягло, способное преодолевать всего лишь один-два вида земной поверхности; к тому же до сих пор не было изобретено еще ни

одного транспортного средства, которое может быстро и без задержек передвигаться хотя бы по одному из перечисленных выше видов местности. А для МВП все они *равноценны самой совершенной автостраде.*

Конечно, нужно время, чтобы освоиться с этой мыслью и осознать, что колоссальные сети дорог, на которые два поколения человечества затратили немалую долю своих богатств, могут вскоре оказаться устаревшими. Правда, какие-то транспортные полосы будут все же нужны, чтобы не допускать машины в жилые зоны и предотвратить хаос, который может возникнуть, если всякий задумает лететь к месту своего назначения по кратчайшему маршруту, допускаемому рельефом местности. Но эти полосы не нужно одевать покрытием, они будут лишь планироваться, чтобы устранить с них препятствия высотой, скажем, более пятнадцати сантиметров. Эти транспортные полосы обойдутся даже без прочного основания, потому что вес МВП распределяется на площадь в несколько квадратных метров, не сосредоточиваясь на отдельных точках соприкосновения с грунтом.

Современные автомагистрали отлично прослужат нескольким поколениям, если по ним будут ездить только машины на воздушной подушке; пусть бетон растрескается и порастет травой — это не имеет ни малейшего значения. Как только мы откажемся от колеса, экономия в затратах на дороги будет колоссальна, она достигнет миллиардов долларов в год. Но нам придется преодолеть очень трудный переходный период, прежде чем типичный дорожный знак 1990 года *«Колесным машинам въезд на дорогу запрещен»* станет повсеместным.

Поскольку МВП или аэромобили будущего станут придерживаться транспортных полос лишь в той мере, в какой захочется их водителям, главным нарушением правил движения будет не превышение скорости, а вторжение в чужие владения. Трудно рассчитывать, что беглецы из больших городов, имея возможность скользить по белу свету во все стороны, подобно облакам, откажут себе в удовольствии обследовать живописный уголок местности, который им приглянется. На Западе, возможно, вновь появятся заграждения из колючей проволоки, поскольку разъяренные фермеры

постараются оградить свои владения от туристов. Каменные глыбы, размещенные по стратегическому плану, будут эффективнее, но их придется класть очень близко друг к другу, иначе «нарушители границы» проскользнут между ними.

На Земле мало места, куда не мог бы проникнуть искусный водитель аэромобиля; аварийным машинам будущего предстоит получать сигналы SOS от семей, застрявших в самых неожиданных местах. Например, Грэнд-Кэньон — какое искушение, какой соблазн для аэромобилиста! Возможно, удастся разработать даже особый тип МВП для горной местности; водитель такой машины мог бы неторопливо и осторожно подниматься по скалистым, заснеженным или обледеневшим склонам, а в случае необходимости бросать специальные якоря. Но это, конечно, занятие не для начинающих.

Может показаться, что я слишком уж далеко зашел в своих предположениях, но это только потому, что мы все еще живем в эпоху колеса и наши умы не в силах освободиться от его тирании, сущность которой полностью отражена в предупредительном дорожном знаке «Остерегайтесь грунтовых обочин». Эта фраза для наших внуков потеряет смысл; для них будет неважно — бетон или трясина, была бы только их поверхность достаточно гладкой.

Справедливость требует указать, что до тех пор, пока мы зависим от двигателя внутреннего сгорания, широкое применение индивидуальных или семейных МВП может оказаться не особенно реальным. «Эркар» при скорости всего 100 километров в час имеет двигатель мощностью 300 лошадиных сил. В будущем эксплуатационные показатели этих машин, конечно, значительно улучшатся, однако в настоящее время малогабаритные МВП представляют интерес, пожалуй, только для вооруженных сил; для фермеров, которым приходится передвигаться по сильно пересеченной местности или по затопленным участкам; для кинорежиссеров, возвращающихся с открытых съемок, и для других особых категорий потребителей, которым окажутся под силу огромные счета на горючее.

Но двигатель внутреннего сгорания отживает свой век — в этом вас заверит любой геолог-нефтяник, если

вы застигнете его в минуту откровенности. Уже очень скоро в силу прямой необходимости мы будем вынуждены найти другой источник энергии — вероятно, какой-нибудь хитроумный вариант электрического аккумулятора раз в сто мощнее нынешних неуклюжих уродцев. При любом решении этой проблемы через несколько десятилетий мы создадим модели облегченных прочных двигателей, которые можно будет широко использовать, как только иссякнут запасы нефти. Именно этим новым двигателям суждено приводить в движение аэромобили будущего, точно так же, как двигатели внутреннего сгорания приводили в движение сугубо земные автомобили прошлого.

Когда придет конец рабской зависимости транспорта от дороги, мы завоюем возможность подлинно свободного передвижения по нашей планете. Трудно переоценить значение этого достижения для Африки, Австралии, Южной Америки, Антарктиды и всех стран, где нет (и, возможно, никогда уже не будет) хорошо развитой дорожной сети. Пампасы, степи, южноафриканский вельд, прерии, снежные равнины, болота, пустыни — повсюду пройдет тяжелый скоростной транспорт, притом более беспрепятственно и, пожалуй, с меньшими затратами, чем по лучшим современным автомагистралям. Вполне возможно, что освоение полярных областей будет зависеть от темпов разработки грузовых МВП.

Мы еще вернемся к этому, а сейчас нам пора перейти к морю. Ведь МВП, конечно же, могут с равной легкостью двигаться как над землей, так и над водой. Это их свойство уже было убедительно доказано демонстрационным рейсом машины SR-N1 из Англии во Францию — рейсом, вероятно, столь же историческим, как перелет Блерио.

«Хоуверкрафт» SR-N1 весит 4 тонны; его двигатель мощностью 435 лошадиных сил обеспечивает максимальную высоту «взлета» 37,5 сантиметра. Последующие модели будут значительно крупнее, включая 400-тонный морской паром, способный перевозить через Ламанш 1200 пассажиров и 80 автомашин со скоростью около 150 километров в час. Благодаря своим размерам эта машина будет скользить на высоте около 2 метров над водой, то есть вне досягаемости волн. Все, кому

довелось прокатиться на «Хоуверкрафте», отмечают исключительную плавность движения и удобство поездки, так что скоро морская болезнь при переезде из Дувра в Кале станет достоянием прошлого. Рекомендую конструкторам всех других морских паромов принять МВП за эталон.

Крупные МВП могут коренным образом повлиять на торговлю, внешнюю политику и даже на распределение населения. Для введения подобных моделей в практику нам не нужно ожидать какого-то гипотетического нового двигателя; когда речь идет о машинах весом в тысячи тонн, вполне пригодны современные газовые турбины, а завтрашние ядерные реакторы будут еще лучше. Как только мы накопим достаточно опыта на современных примитивных образцах, мы сможем приступить к сооружению огромных океанских моделей МВП, способных выполнять межконтинентальные перевозки грузов со скоростью не менее 150—160 километров в час.

В отличие от современных кораблей аэролайнеры и аэрогрузовозы следующего поколения будут низкобортными плоскодонными судами. Они будут обладать исключительной маневренностью, поскольку МВП имеют и задний и боковой ход за счет перемены направления реактивных воздушных струй. Нормальная высота их «парения» будет около трех метров. Это позволит им плавно скользить над любой волной, за исключением самой сильной штормовой: ведь крохотная SR-N1 свободно одолевает волны высотой 1,2 метра. Вследствие этого станет возможным использование облегченных конструкций, более экономичных, чем обычные морские суда, которые должны обладать высокой прочностью, чтобы противостоять огромным усилиям и напряжениям.

Высокая скорость позволит этому новому виду транспорта обгонять любые штормы или обходить их; кроме того, ко времени его ввода в эксплуатацию метеорологические спутники помогут создать всемирную службу погоды и каждый капитан будет точно знать, чего ему следует ожидать в те несколько часов, которые он проведет в открытом море. Во время урагана крупная МВП, возможно, будет даже надежнее обыкно-

венного судна тех же размеров, поскольку она будет находиться вне досягаемости большей части волн.

Такому «парящему» кораблю не страшны всякие буруны, рифы и мели, поэтому он сможет передвигаться над районами моря, недоступными ни для каких других видов морского транспорта. Это позволит открыть для промыслового и спортивного рыболовства тысячи квадратных километров совершенно девственных зон океана и преобразить жизнь населения многих островов. Колоссальные пространства, занимаемые Большим Барьерным рифом — коралловым заслоном протяженностью 2000 километров, прикрывающим юго-восточный берег Австралии, — сейчас почти недоступны, кроме как в мертвый штиль, и на многие из его мелких островов еще не ступила нога человека. Но надежная служба аэробусов-МВП превратит, увы, эти крохотные жемчужины, обрамленные листвой панданусов, в зоны жилой застройки и курортов, пользующиеся огромной популярностью.

Поскольку МВП представляет собой транспортную машину с наименьшими потерями на трение из числа изобретенных по сей день, она, конечно, сможет достичь более высоких скоростей, чем любой из ныне существующих видов морского транспорта, включая и реактивные гидросамолеты со скоростью 500 километров в час. Использование МВП может грозить жестокой конкуренцией авиационным линиям, так как многие пассажиры будут непрочь провести день-другой на МВП вместо недельного плавания на корабле или утомительных перелетов, в особенности когда гарантируется плавность хода. Судно на воздушной подушке со скромной крейсерской скоростью порядка 200—250 километров в час может попасть из Лондона в Нью-Йорк за сутки, тем самым весьма точно заполнив пробел в спектре скоростей между морским лайнером «Куин Мэри» и реактивным пассажирским самолетом.

В качестве пассажирского транспортного средства МВП привлекателен в особенности тем, что ему конструктивно присуща безопасность. Когда на авиалайнере в полете отказывают двигатели или обнаруживается какой-либо крупный дефект в конструкции, у его пассажиров и экипажа мало надежды на спасение. Но если что-либо случится с МВП (кроме лобового

столкновения), то она плавно опустится на поплавки, причем из рюмок посетителей бара не выплеснется ни единой капли. Эта машина не будет нуждаться в невероятно сложной и дорогостоящей службе аэронавигации и безопасности, без которой не может обойтись авиация; в случае аварии ее капитан может спокойно посидеть и обдумать сложившуюся ситуацию, не тревожась, хватит ли у него горючего. С этой точки зрения МВП, по-видимому, сочетает в себе лучшие свойства морских судов и самолетов с весьма немногими их недостатками.

Однако наиболее потрясающие перспективы применения МВП связаны не с их скоростями или надежностью, а с тем обстоятельством, что для них не существует границы между сушей и морем. Океанской машине нет необходимости останавливаться у берега; она может продолжать двигаться в глубь континента, пренебрегая огромными гаванями и портами, которые возникли за пять тысяч лет существования морской торговли. Между прочим, машина SR-N1 взлетела на берег, имея на борту двадцать солдат морской пехоты со всем вооружением и снаряжением; вообразите, что могла бы сделать флотилия таких штурмовых судов в исторический день «D» [1].

Любой участок берега, кроме прикрытых утесами, может стать портом для грузовозов и лайнеров, скользящих по воздуху. Они могли бы почти безостановочно продолжать свое продвижение в глубь суши, если нужно, на тысячу километров и более и доставлять грузы и пассажиров в самое сердце континента. Для этого им потребуются всего лишь достаточно широкие транспортные полосы или проходы, очищенные от препятствий высотой более одного или двух метров; заброшенные железнодорожные пути, которых к концу текущего столетия окажется более чем достаточно, отлично подойдут для этого. Притом эти полосы вовсе не должны оставаться бесплодными, как нынешние шоссе и железные дороги. Их можно будет использовать для самых различных сельскохозяйственных целей,

[1] «D» — в данном случае день начала операции «Оверлорд» — высадки войск союзников на побережье Франций в 1944 году. — *Прим. перев.*

правда не для посевов пшеницы: слишком жестоки будут искусственные ураганы, проносящиеся над ними.

Все описанное выше сулит недоброе Сан-Франциско, Новому Орлеану, Лондону, Лос-Анжелесу, Неаполю, Марселю и всем другим морским портам, какие вам заблагорассудится вспомнить. Но еще хуже будет странам, владеющим морскими каналами.

Это уж точно! «Корабли» будущего не станут ползти по узеньким рвам со скоростью пяти узлов и затратой одной тысячи долларов в час; они смогут скользить над сушей в двадцать раз быстрее и *выбирать себе дороги почти так же свободно, как в море.*

Очень поучительно и полезно для общего развития посмотреть на рельефную карту мира и попытаться представить себе, где пройдут торговые пути новых транспортных машин будущего. Может быть, через пятьдесят лет Оклахома-сити станет более крупным портом, чем Чикаго? (В самом деле, подумайте — сколько миллионов тонн грузов может маневрировать на Великой равнине!) Какой наилучший маршрут надо выбрать грузовозу подъемной силой в 100 тысяч тонн для преодоления Скалистых гор, Анд и Гималаев? Не станет ли Швейцария крупной судостроительной державой? Сохранятся ли морские суда обычного типа, когда суша и океан сольются воедино?

На все эти вопросы нам скоро придется отвечать. Внезапное появление транспорта на воздушной подушке обязывает нас особо активно заняться умственной гимнастикой; озабоченные проблемой переброски грузов со скоростью звука в верхних слоях атмосферы, мы совершенно проглядели решающий переворот в транспорте на уровне моря, переворот, который, возможно, приведет нас буквально к концу эры дорог.

5

БЕЗ ТЯЖЕСТИ

Из всех сил природы — сила тяготения наиболее таинственная и наиболее беспощадная. Она властвует над нами от рождения до самой смерти, убивая или увеча за малейший промах. Не удивительно поэтому, что люди, сознавая свою рабскую прикованность к Земле, всегда с завистью взирали на птиц и на облака и считали небо обиталищем богов. Широко распространенное выражение «небесное создание» предполагает свободу от силы тяжести, знакомую нам по сновидениям.

Существует много объяснений этих снов; некоторые психологи пытаются искать их происхождение в том, что в прошлом наши предки жили на деревьях. Однако нам трудно представить себе, что многие из наших прямых предков провели свою жизнь, прыгая с дерева на дерево. С не меньшим основанием можно утверждать, что левитация во сне вовсе не воспоминание о прошлом, а предчувствие будущего. В будущем «невесомость» или ослабленная сила тяжести станет привычным и, может быть, даже нормальным состоянием человечества. Вероятно, придет и такое время, когда на космических станциях и планетах с малой силой тяжести будет жить больше людей, чем на Земле, а когда будет написана история человечества, те примерно сто миллиардов людей, которые уже прожили свои полные трудностей жизни, борясь против гравитации, окажутся лишь ничтожным меньшинством. Очень может быть также, что наши потомки, освоившие космос, будут столь же безразличны к силе тяжести, как и наши отдаленные предки, которые без особых усилий плавали в море.

Ведь даже теперь большинство живых существ на нашей планете почти не ощущают силы тяготения. Правда, оно господствует над крупными наземными

животными — слонами, лошадьми, собаками, но маленькие зверьки, размерами поменьше мышей, испытывают от него лишь незначительные неудобства. Про насекомых и этого нельзя сказать: мухи и комары так легки, так мало весят, что способны плавать даже в воздухе, и тяготение обременяет их не больше, чем рыб.

Зато нам гравитация досаждает основательно, особенно теперь, когда мы предпринимаем решительные усилия, чтобы избавиться от нее. Проблема гравитации всегда занимала физиков совершенно независимо от интересов, который мы проявляем сейчас к космическим полетам. Сила тяготения стоит как-то особняком от других сил природы. Свет, тепло, электричество, магнетизм — все можно генерировать, создать множеством различных способов, и все они обладают свойством взаимопревращения. Ведь современная техника и основана преимущественно на подобных превращениях — тепла в электричество, электричества в свет и т. п.

А вот генерировать гравитацию мы совсем не умеем, и, судя по всему, она совершенно индифферентна к любым воздействиям, которые мы пытаемся на нее оказать. Насколько мы знаем, гравитационное поле может быть создано только присутствием материальной массы. Каждая частица материи обладает свойством притяжения к другим материальным частицам во Вселенной; общая сумма всех таких притяжений в любой точке и составляет местную величину гравитации. Естественно, в разных мирах она различна, потому что масса одних планет велика, а других — мала. На поверхности четырех гигантских планет нашей солнечной системы — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна — сила тяготения больше, чем на поверхности Земли; на Юпитере, например, она больше в два с половиной раза. Другую крайность составляют луны и астероиды, где гравитация столь слаба, что пришлось бы пристально вглядываться в падающий предмет, чтобы заметить его движение в первые несколько секунд.

Вообще тяготение представляет собой силу невероятно, почти невообразимо слабую. Может показаться, что это противоречит здравому смыслу и повседневному опыту, но, если поразмыслить, правильность его станет очевидной. В самом деле, для создания довольно умеренного гравитационного поля, в котором мы живем,

потребовалась поистине гигантская масса материи Земли — шесть квинтильонов тонн! Мы можем генерировать в сотни раз большие магнитные или электрические силы с помощью всего нескольких килограммов железа или меди. Когда мы поднимаем обыкновенным подковообразным магнитом кусок железа, небольшое количество металла, содержащееся в магните, превозмогает силу притяжения нашей планеты. Но именно потому, что гравитационные силы крайне слабы, наша полная неспособность управлять ими, изменять их особенно непонятна и досадна.

Время от времени возникают слухи, будто какие-то исследовательские группы работают над проблемой управления гравитацией, или «антигравитацией». Но это лишь слухи. Ни один образованный ученый не станет на нынешней стадии нашего невежества заниматься задачей преодоления силы тяжести. Правда, ряд физиков и математиков работают в этой области, но с целями менее честолюбивыми: они просто пытаются получить элементарные сведения о гравитации. Очень хорошо, если этот упорный и методический труд действительно приведет к какой-либо форме управления гравитацией, но я сомневаюсь, чтобы многие из работающих над этой проблемой верили в такую возможность. Мнение большинства ученых, пожалуй, лучше всего выражено в реплике доктора Джона Пирса из лаборатории телефонной компании «Белл». «Антигравитация, — сказал он, — дело исключительно птичье». Вся беда, однако, в том, что нужна она не птицам, а нам.

Как это ни удивительно, но, по некоторым сведениям, представители делового мира относятся к антигравитационным устройствам менее скептически, чем ученые. В 1960 году журнал «Гарвард бизнес ревью» провел «Опрос по программе освоения космоса» и получил почти две тысячи ответов на свою подробнейшую, на пяти страницах анкету.

Отвечая на вопросы, сколь вероятны различные побочные результаты при исследовании космоса, руководящие деятели фирм и компаний следующим образом выразили свое отношение к возможности открытия антигравитации: 11% — «почти наверно», 21 — «весьма вероятно», 42 — «возможно», 21 — «крайне маловеро-

ятно», 6% — «невозможно вообще». По существу, они признали это открытие более вероятным, чем разработку минеральных ресурсов планет или их колонизацию. Я достаточно твердо уверен, что и большинство научных работников сочли бы это последнее *менее* вероятным. Однако в данный момент мнение гарвардских бизнесменов имеет, пожалуй, такое же значение, или, точнее, так же не имеет никакого значения, как и мнение профессиональных физиков.

Пока нам еще очень мало что известно о гравитации; мы не можем даже сказать, распространяется ли ее поле в пространстве с определенной скоростью, как радиоволны и свет, или оно «всегда тут». До Эйнштейна ученые придерживались последней точки зрения и считали, что гравитационное поле распространяется мгновенно. В настоящее время господствует мнение, что оно обладает скоростью света и, подобно свету, имеет какую-то волновую структуру.

Если «гравитационные волны» действительно существуют, их будет фантастически трудно обнаружить, потому что они несут ничтожное количество энергии. Вычислено, что гравитационные волны, излучаемые Землей, обладают энергией, примерно равной одной миллионной доле лошадиной силы, а суммарная мощность гравитационного поля солнечной системы, то есть Солнца и всех планет, равна всего половине лошадиной силы. Любой мыслимый генератор гравитационных волн, созданный человеком, был бы в миллиарды миллиардов раз слабее.

И тем не менее сейчас предпринимаются попытки воспроизвести и обнаружить такие волны. В некоторых подобных экспериментах намечается использовать всю Землю в качестве «антенны»; искомые волны должны как будто иметь частоту, равную всего одному периоду *в час* (частота обычных телевизионных и радиоволн достигает десятков миллионов периодов *в секунду*). Даже если эти необычайно тонкие опыты приведут к успеху, мы еще не скоро дождемся какого-либо практического применения их результатов. А может быть, не дождемся никогда.

Все же не проходит и нескольких лет, как мы снова узнаем, что какой-то отчаянный изобретатель построил и продемонстрировал в действии — во всяком случае,

он это утверждает — очередное антигравитационное устройство. Такие устройства неизменно оказываются лабораторными моделями, обеспечивающими подъем весьма незначительного груза (или, точнее, создающими видимость такого подъема). Некоторые из этих устройств электрические, другие чисто механические; последние основаны на принципе, так сказать, «поднятия самого себя за волосы» и оснащены несбалансированными маховиками, кривошипами, пружинами и колеблющимися грузами. Замысел их заключается в том, что действие и противодействие могут быть не всегда равны и противоположно направлены и иногда можно получить чистый выигрыш силы, направленный в определенную сторону. Так, всем понятно, скажем, что нельзя поднять себя в воздух, если ухватить и *неотрывно* тянуть себя за волосы; но кто знает, может быть, ряд последовательных и точно рассчитанных по времени рывков даст иной результат?

В таком изложении эта идея представляется совершенно абсурдной, однако попробуйте разгромить образованного и убежденного в своей идее изобретателя, демонстрирующего прекрасно сделанную машину с десятками деталей, движущихся во всех мыслимых направлениях, когда он утверждает, что вот эта придуманная им вибрирующая штуковина преодолевает тяжесть груза весов 15 граммов, а более крупная модель может доставить вас на Луну. Вы будете на 99,999% уверены, что он ошибается, но убедить его в этом не сможете.

Если когда-нибудь и откроют средство управлять гравитацией, то оно, несомненно, будет опираться на технику, несравненно более изощренную, чем обыкновенные механические устройства; вероятнее всего, такое открытие явится побочным результатом работ в какой-нибудь совершенно неожиданной области физики.

Вполне возможно также, что мы не добьемся существенных успехов в понимании гравитации, пока не сможем изолировать себя и свои приборы от ее влияния путем создания лабораторий в космосе. В самом деле, попытка изучать гравитацию на поверхности Земли похожа, пожалуй, на испытание радиограммофона в котельном цехе: явления, которые мы хотим обнаружить, будет заглушать фон. Лишь в лаборатории, располо-

женной на спутнике Земли, удастся исследовать свойства материи в условиях невесомости.

Причина, по которой предметы в космосе обычно невесомы, относится к разряду тех обманчиво простых истин, которые почти неизменно толкуются ошибочно. Многие из нас, введенные в заблуждение безответственными журналистами, все еще убеждены, что космонавт невесом потому, что находится «вне пределов притяжения Земли».

Это совершенно неправильно. Нигде во Вселенной, даже в самой отдаленной галактике, которая выглядит бледным пятнышком на фотографии Паломарской обсерватории, нельзя оказаться вне пределов притяжения Земли, хотя, конечно, на расстоянии нескольких миллионов километров оно будет ничтожным. Гравитация по мере удаления от Земли ослабевает медленно, и на тех скромных высотах, которых пока достигли космонавты, она почти так же мощна, как на уровне моря. Когда майор Гагарин смотрел на Землю с высоты более трехсот километров, напряжение гравитационного поля, в котором он летел, составляло 90% своей нормальной величины. Тем не менее он был совершенно невесом.

Все это немного сбивает с толку — и виновата главным образом семантическая путаница. Вся беда в том, что у нас, обитателей земной поверхности, сложилась привычка пользоваться словами «тяжесть» и «вес» как синонимами. В обычных, земных условиях это практически ничем не грозит: где есть вес, там есть и тяжесть, и наоборот. Но все же это совершенно самостоятельные физические категории и каждая может существовать независимо от другой. В космосе так обычно и бывает.

В отдельных случаях их можно раздельно наблюдать и на Земле, что подтверждается экспериментом, который я опишу ниже. Предлагаю вам не проводить его, а лишь мысленно представить, но, если мои рассуждения вас не убедят, тогда смело вперед! Вас будет вдохновлять титанический пример Галилея, который тоже отказался вступить в теоретический спор и потребовал экспериментальной проверки. Но я заранее снимаю с себя всякую ответственность за возможные увечья.

Вам потребуются люк с быстро падающей крышкой (отлично подойдет один из тех, что применяют палачи

на виселицах) и обыкновенные банные весы. Поставьте весы на крышку люка и станьте на них. Они, несомненно, покажут ваш вес.

Теперь, не сводя глаз со шкалы весов, попросите кого-нибудь из ваших знакомых (в несколько похожей ситуации Волумний сказал Бруту: «Мой повелитель, нельзя просить об этом друга» [1]) освободить пружину, запирающую крышку люка, на которой вы стоите. Стрелка весов немедленно отскочит к нулю — вы будете невесомы, но при этом никоим образом не освободитесь от притяжения Земли, а полностью останетесь в сфере его воздействия, что не замедлите обнаружить долей секунды позже.

Но почему же вы оказались невесомы в таких условиях? Дело в том, что вес — это *сила,* а силу нельзя ощущать, если она не имеет точки приложения, если ей некуда, так сказать, упереться. Вы не можете ощущать силу, когда толкаете легко открывающуюся дверь; по той же причине вы не ощущаете веса, когда под вами нет опоры и вы свободно падаете. А космонавт, за исключением тех периодов, когда он включает двигатели своей ракеты, все время свободно падает. «Падение» может быть направлено вверх, вниз и даже в сторону, как это происходит с орбитальным спутником, который находится в состоянии «вечного падения» вокруг Земли. Направление здесь роли не играет; коль скоро падение свободно и ничем не сдерживается, всякий падающий предмет будет невесом.

Таким образом, вы можете быть в состоянии невесомости при каком угодно тяготении. Верно и обратное: для придания вам веса тяготение вовсе не обязательно. Изменение скорости, иными словами, ускорение, вполне его заменит.

Чтобы доказать это, воспроизведите в своем воображении опыт еще более невероятный, чем только что описанный мной. Отправьтесь со своими банными весами в отдаленнейшую точку между звездами, где гравитационное поле практически равно нулю. Плавая в межзвездном пространстве, вы снова будете невесомы:

[1] Шекспир, Юлий Цезарь, акт V, сцена 5. — *Прим. перев.*

стоя на весах, вы увидите, что стрелка шкалы стоит на нуле.

Теперь прикрепите к нижней стороне весов ракетный двигатель и включите его. Платформа весов начнет давить вам на подошвы ног, и вы испытаете абсолютно убедительное ощущение весомости. Если тяга двигателя будет правильно рассчитана, она может придать вам посредством ускорения, которому вы подвергнетесь, точно тот самый вес, какой вы имеете на Земле. Если другие органы чувств не раскроют вам истинного положения вещей, вам будет казаться, что вы спокойно стоите на поверхности Земли, испытывая ее тяготение, а не летите где-то среди звезд.

Это ощущение «веса», порождаемое ускорением, хорошо знакомо нам; мы замечаем его в лифте, начинающем подъем, и в автомобиле, когда он быстро трогается с места или резко тормозит. Только в последнем случае эта сила направлена не вертикально, а горизонтально. С помощью простейших средств ускорения можно искусственно увеличивать вес почти неограниченно, и в повседневной жизни встречаются просто удивительные примеры приращения веса. Так, ребенок на качелях легко переходит от невесомости в верхней точке дуги качания, где качели на мгновение замирают, до утроенного веса в нижней точке. А когда вы прыгаете со стула или с забора, удар о грунт мгновенно увеличивает ваш вес в десятки раз.

Мы измеряем такие силы величиной ускорения силы тяжести, или g. Когда мы говорим, что человек подвергается воздействию $10g$, это значит, что он чувствует себя в десять раз тяжелее обычного. Однако, когда вес создается только посредством ускорения, притяжение Земли, то есть собственно сила тяжести, тут фактически ни при чем, и очень жаль, что одно и то же слово используется для характеристики явления, которое может быть вызвано двумя совершенно различными причинами.

Наиболее удобным способом создания искусственного веса является вовсе не ускорение прямолинейного движения, которое может за короткое время унести человека в бескрайние дали, за горизонт, а движение по кругу. Всякому, кто катался на карусели, известно, что быстрое круговое движение может создавать

значительные силы. На этом принципе основана работа молочных сепараторов — кое-кто из нас, сельских парней, еще помнит их со времен детства. Новейшим вариантом этих машин являются гигантские центрифуги, используемые ныне при исследованиях в области космической медицины: вес человека шутя может быть увеличен на них в десять-двадцать раз.

Лабораторные модели способны на большее. Ультрацентрифуга Бимса, вращающаяся с колоссальной скоростью полтора миллиона оборотов в *секунду* (не в минуту!), создает ускорения величиной более одного миллиарда g. Уж здесь-то мы, во всяком случае, превзошли природу: крайне маловероятно, что где-либо во Вселенной существуют гравитационные поля, превосходящие по мощности земное поле больше чем в несколько сот тысяч раз. (Впрочем, когда-нибудь такие поля могут возникнуть — см. главу 9.)

Таким образом, создавать искусственный вес сравнительно несложно, и мы может делать это в своих космических кораблях и на космических станциях, когда нам надоест плавать внутри них. Плавное вращение воспринимается как неотличимое от тяжести, если не считать того, что «верх» будет направлен к центру корабля или станции, а не от центра, как на Земле.

Итак, мы можем имитировать гравитационные силы, но управлять ими, увы, не умеем. И, самое главное, мы не в силах гасить и нейтрализовать их. Подлинная левитация все еще остается мечтой. Пока что мы способны парить в воздухе, либо плавая в нем на аэростатах, либо используя механический принцип противодействия, то есть на самолетах, вертолетах, ракетах и реактивных устройствах для вертикального взлета (колеоптерах). Возможности первого способа ограниченны: он требует очень больших количеств дорогостоящих или огнеопасных газов; второй не только дорог, но и чрезвычайно шумен, а кроме того, не дает никакой гарантии от неожиданного «приземления». Нам, конечно, хотелось бы заполучить какое-нибудь приятное, чистенькое, скажем электрическое или атомное, средство нейтрализации тяжести, управляемое простым поворотом выключателя.

Невзирая на отмеченный выше скептицизм физиков, подобное устройство нельзя признать принципи-

ально неосуществимым, если только, конечно, оно подчинено прочно установленным законам природы. Самый важный из этих законов — принцип сохранения энергии, который можно выразить и так: «Нельзя получить что-нибудь за ничто».

Закон сохранения энергии полностью зачеркивает возможность восхитительно простого и удобного «гравитационного экрана», описанного Г. Дж. Уэллсом в романе «Первые люди на Луне». В этой величайшей из всех космических фантазий ученый Кейвор создал материал, непроницаемый для гравитационных сил, подобно тому как лист металла непроницаем для света, а изолятор — для электрического тока. Шар, покрытый кейворитом, мог, как писал Уэллс, оторваться от Земли со всем содержимым. Открывая и закрывая соответствующие створки, космические путешественники имели возможность передвигаться в любом направлении.

Идея кейворита выглядит вполне разумной, в особенности после того, как Уэллс разделался с ней, но, к сожалению, она просто неосуществима. В ней заложено физическое противоречие, подобное тому, которое содержится в выражениях «неподвижная сила» и «непреодолимый объект» [1]. Если бы кейворит существовал в действительности, он стал бы неисчерпаемым источником энергии. С его помощью можно было бы, например, поднять тяжелый груз на определенную высоту, а затем освободить его, чтобы он упал под действием силы тяжести и проделал определенную работу. Такой цикл можно было бы повторять несчетное число раз, осуществив давнюю мечту всех автомобилистов — бестопливный двигатель. Но это явно невозможно, что известно всем, кроме изобретателей вечного двигателя.

Хотя идея гравитационных экранов такого элементарного типа должна быть отброшена, нет ничего абсурдного в мысли о возможном существовании веществ, обладающих *отрицательной* тяжестью, то есть способных падать не вниз, а вверх. По самой природе вещей вряд ли следует рассчитывать на обнаружение таких материалов на Земле: они должны плавать где-то

[1] Шуточное искажение выражений «непреодолимая сила» и «неподвижный объект». — *Прим. перев.*

в космическом пространстве, «убегая» от планет, как от чумы.

Материю, обладающую отрицательной тяжестью, не следует смешивать со столь же гипотетической антиматерией, существование которой постулировано некоторыми физиками. Такая материя состоит из элементарных частиц, имеющих заряды, противоположные по знаку зарядам частиц обычной материи: вместо электронов в ней позитроны и т. п. Подобное вещество в обычном гравитационном поле все равно падало бы вниз, а не вверх. Но, как только оно вступило бы в соприкосновение с обычной материей, обе массы взаимно аннигилировались бы с мгновенным выделением энергии, намного более разрушительной, чем при взрыве атомной бомбы.

Антигравитационное вещество не вызвало бы столько затруднений в обращении с ним, но, конечно, кое-какие проблемы оно бы перед нами поставило. Например, чтобы *опустить* его на Землю, потребовалось бы ровно столько же энергии, сколько необходимо на заброску нормальной материи той же массы с Земли в космос. Горняк, на каком-нибудь астероиде набивший кузов своего космического виллиса веществом, обладающим отрицательной тяжестью, претерпит адские муки, возвращаясь домой. Земля будет из всех своих сил отталкивать его, и каждый метр своего движения вниз ему придется брать с боя.

В силу этого вещества с отрицательной тяжестью, даже если они существуют, получат, пожалуй, довольно ограниченное применение. Их можно будет использовать в качестве строительных материалов: здания, построенные наполовину из обычных веществ и наполовину — из веществ с отрицательной тяжестью, не весили бы ровным счетом ничего и поэтому могли бы возводиться неограниченной высоты. Главной проблемой для архитекторов было бы их заякоривание против опрокидывания при сильном ветре.

Возможно, что мы сможем путем соответствующей обработки устойчиво «дегравитизировать» обычные вещества, примерно так, как мы превращаем кусок железа в постоянный магнит. (Менее известен тот факт, что можно создавать и тела с постоянным электрическим зарядом — «постоянные электреты».) Это потребовало

бы огромных затрат энергии, потому что дегравитизация одной тонны вещества эквивалентна подъему этой тонны в космос с полным отрывом ее от Земли. А на такую работу, как вам объяснит любой инженер-ракетчик, требуется столько же энергии, сколько на подъем шести с половиной тысяч тонн на высоту один километр. Эти шесть с половиной тысяч тоннокилометров энергии составляют плату за вход во Вселенную. Скидок и льготных тарифов здесь не предусмотрено. Возможно, нам придется заплатить больше, но меньше — ни в коем случае.

В целом постоянно дегравитизированное, или невесомое, вещество представляется менее правдоподобным, чем нейтрализатор тяжести, или «деградитатор». Это, по-видимому, будет аппарат, снабжаемый энергией из какого-то внешнего источника, — он устранял бы действие гравитации на время своего включения. Очень важно отметить, что подобный аппарат не только создавал был невесомость, но и служил источником движения.

Дело в том, что, если вес будет нейтрализован точно, мы будем лишь неподвижно парить в воздухе, но если нейтрализовать его с избытком, мы взмоем вверх и понесемся прочь от Земли с равномерно возрастающей скоростью. *Таким образом, любая система, управляющая гравитацией, будет одновременно и двигательной системой.* Этого следовало ожидать: сила тяжести и ускорение очень тесно связаны между собой. Такой источник движения будет совершенно новым; трудно понять, от чего он будет «отталкиваться». Ведь для всякого первичного автономного двигателя должна быть какая-то точка приложения сил противодействия; даже ракета — единственное известное нам устройство, создающее тягу в вакууме, — отталкивается от струи своих отработанных газов.

Термин «космический двигатель» придуман именно для подобных несуществующих, но весьма желательных двигательных систем; он не имеет ничего общего с существующими ныне двигателями. Не только писатели-фантасты, но и все большее число специалистов по космическим полетам начинают верить в то, что обязательно должен существовать какой-то более безопасный, дешевый и вообще менее хлопотный способ

полетов на другие планеты, чем на ракете. Через несколько лет чудовища, стоящие на космодроме мыса Кеннеди, будут содержать в своих топливных резервуарах столько же энергии, сколько было в первой атомной бомбе, а управление ими станет менее надежным. Рано или поздно там произойдет серьезная катастрофа. Нам неотложно нужен космический двигатель — не только для исследования солнечной системы, но и для спасения от гибели штата Флорида.

Эти рассуждения о перспективах применения устройства, которое, возможно, вообще неосуществимо и пока, безусловно, находится вне досягаемости современной передовой научной мысли, могут показаться несколько преждевременными. Есть, однако, одно общее правило: как только возникает техническая необходимость, обязательно появляется что-нибудь, позволяющее либо удовлетворить, либо обойти ее. Поэтому я убежден, что когда-нибудь мы заполучим в свои руки средство нейтрализации тяжести или преодоления ее «грубой силой». В любом случае такое средство даст нам возможность как левитации, так и передвижения в масштабах, лимитируемых только наличными энергоресурсами.

Если антигравитационные устройства окажутся громоздкими и дорогими, они будут применяться ограниченно, на стационарных установках и в крупных транспортных машинах, возможно таких размеров, каких еще не видывала наша планета. Человечество ежегодно расходует значительную долю энергии на перемещение сотен миллионов тонн нефти, угля, руды и другого сырья. Многие месторождения полезных ископаемых не разрабатываются по причине недоступности районов, где они залегают. Может быть, мы сумеем начать их разработку за счет применения сравнительно тихоходных антигравитационных грузовозов, доставляющих по воздуху разом несколько сот тысяч тонн.

Можно представить себе перемещение грузов и сырьевых продуктов «россыпью» по «гравитационным грузопроводам» — направленным и сфокусированным силовым полям, в которых предметы будут перемещаться во взвешенном состоянии, подобно железу, притягиваемому к магниту. Для наших потомков, возможно, станет привычкой переброска клади и пожитков по воз-

духу, без видимых средств транспорта. В еще больших масштабах искусственные гравитационные поля, являющиеся источником движения, могут быть использованы для управления ветрами и океанскими течениями и изменения их направлений; если мы когда-либо и будем управлять погодой, нам, конечно, потребуется что-нибудь в этом роде. Управление гравитацией в космических кораблях имеет значение как для работы силовых установок, так и для обеспечения комфорта их экипажей, но у него есть и другие применения в космонавтике, которые не столь очевидны. Крупнейшая из планет, Юпитер, недоступна для непосредственного исследования человеком вследствие высокого уровня гравитации, который в два с половиной раза превышает земной. Этот гигантский мир имеет так много других отрицательных характеристик (например, турбулентную и ядовитую атмосферу огромной плотности), что немногие ученые относятся сколько-нибудь серьезно к мысли о возможности попыток непосредственного обследования его человеком; предполагается, что мы всегда будем прибегать для таких целей к услугам роботов.

Я лично сомневаюсь в этом. Так или иначе обязательно будут случаи, когда роботы попадут в какую-нибудь переделку и людям придется их выручать. Рано или поздно возникнет необходимость исследования Юпитера самим человеком; когда-нибудь мы, возможно, захотим даже основать там постоянную базу. Для этого нам понадобится какая-то форма управления гравитацией — иначе придется вывести специальную расу юпитерианских колонистов, обладающих конституцией горилл (более подробно об исследовании Юпитера будет рассказано в главе 9).

Если все это выглядит очень фантастичным и далеким, то я позволю себе напомнить читателю, что есть еще более важная для нас планета с высоким уровнем гравитации, на которую лет этак через пятьдесят люди, возможно, тоже окажутся не в силах ступить. Эта планета — наша родная Земля.

Не научившись управлять гравитацией, мы обречем наших космических путешественников и поселенцев на вечное изгнание. Человек, проживший несколько лет на Луне, где его вес равен всего $^1/_6$ земного веса,

вернувшись на Землю, окажется беспомощным калекой. Ему могут понадобиться месяцы мучительной тренировки, прежде чем он снова научится ходить, а дети, родившиеся на Луне (как это обязательно будет в следующем поколении), может быть, так и не сумеют приспособиться к новым условиям.

Чтобы избежать этого, нам понадобится подлинно портативная установка для управления гравитацией, настолько компактная, чтобы ее можно было носить за плечами или вокруг пояса. Более того, она могла бы стать даже постоянным элементом одежды человека, чем-то само собой разумеющимся, вроде ручных часов или карманного транзисторного приемника. Человек мог бы применять ее для снижения своего веса до нуля или в качестве источника движения.

Всякий, кто готов признать осуществимость управления гравитацией, не должен отрицать возможности дальнейших усовершенствований в этой области. Миниатюризация стала уже одним из заурядных чудес нашего века — не известно, к лучшему или к худшему. Первая термоядерная бомба была величиной с дом; нынешние боевые головки «экономичного размера» имеют величину мусорного ведра, причем одно такое ведерко выделяет энергию, достаточную, чтобы забросить лайнер «Куин Элизабет» на Марс. Мне этот будничный факт современной ядерной техники представляется куда более фантастичным, чем вероятность разработки индивидуальных средств управления гравитацией.

Индивидуальный гравитатор, если он будет не очень дорог в изготовлении, может стать одним из самых революционных изобретений всех времен. С его помощью мы избавились бы, подобно птицам и рыбам, от тирании вертикали, обрели бы свободу перемещения в любой плоскости. В городах никто не пользовался бы лифтами, если есть достаточно удобное окно. Высокая подвижность, которую мы приобрели бы таким образом, притом без всяких усилий, заставила бы нас переучиваться и привыкать к почти птичьей жизни. Все это уже не будет для нас столь необычным, когда войдет в нашу жизнь, — к тому времени бесчисленные фильмы о космонавтах на орбите приучат всех к представлению о невесомости и пробудят у людей стремление испытать связанные с ним приятные

ощущения. Может быть, левитатор сыграет такую же роль в горах, какую акваланг сыграл на море. Профессиональные проводники по горам будут, конечно, негодовать, но что поделаешь — прогресс неумолим. Толпы туристов, парящих над Гималаями, и толкучка на вершине Эвереста, напоминающая пляжи во Флориде или близ Канн, — это лишь вопрос времени.

Даже если предел желаемого — индивидуальная левитация — окажется недостижимым, мы все же, возможно, научимся строить небольшие машины, в которых будем медленно и бесшумно (важно и то и другое) плавать в небе. Еще в прошлом поколении сама идея парения в пространстве казалась нереальной, пока вертолет не подтвердил ее осуществимости. Ныне, когда экспериментальные машины на воздушной подушке плавают куда хотят, мы не успокоимся, пока не сможем скользить над Землей по своей воле и с той свободой, какой нам не в силах дать ни автомобиль, ни самолет.

К чему приведет такая свобода, никто сказать не может. У меня есть только одно, заключительное предположение. Когда мы научимся управлять гравитацией, в воздух смогут подняться и наши жилища. Дома уже не будут прикованы к одному месту и станут гораздо более подвижными, чем нынешние туристские автоприцепы; они смогут легко перемещаться по суше и по морю, с одного континента на другой, из одной климатической зоны в другую; будут следовать за солнцем, за сменой времен года или отправляться в горы на зимний спортивный сезон.

Первые люди были кочевниками; ими могут оказаться и последние, только на бесконечно более высоком техническом уровне. Дом, обладающий полной мобильностью, потребует не только неосуществимой пока что системы двигателей, но и энергоснабжения, связи и других видов обслуживания на уровне, опять-таки недосягаемом для современной техники. Для современной, но не для будущей, как мы убедимся немного позднее.

Это повлечет за собой гибель больших городов, которая может оказаться неизбежной и по многим другим причинам. Это будет означать также и конец всех географических и региональных привязанностей, во всяком случае в той острой форме, с какой мы

встречаемся сейчас. Человек станет странником, блуждающим по Земле, цыганом, водящим свой движимый ядерной энергией табор через небесные пустыни от одного оазиса к другому.

И все же, когда придет такой день, человек не почувствует себя бездомным изгнанником, не имеющим родного угла. Шар, вокруг которого можно облететь за 90 минут, уже никогда не будет для людей тем, чем он был для наших предков. Людям, которые придут после нас, истинное одиночество грозит только в межзвездном пространстве. А на этой маленькой Земле всюду, куда бы ни отправились наши потомки, они везде будут чувствовать себя дома.

6

В ПОГОНЕ ЗА СКОРОСТЬЮ

Наш век часто называют «веком больших скоростей», и для такого эпитета есть все основания. Никогда ранее скорость передвижения не возрастала такими потрясающими темпами, и, возможно, что они никогда уже не будут превзойдены.

Чтобы убедиться в справедливости сказанного, составим таблицу, в которой перечислим все мыслимые диапазоны скоростей, расположив их в порядке возрастания, и укажем с точностью до десятилетия дату освоения каждого нового диапазона. Результаты получаются поистине ошеломляющие:

Диапазон	Скорости, километры в час	Приблизительная дата освоения диапазона скорости
1	1—15	Около 1 млн. лет до н. э.
2	15—150	
3	150—1500	1880
4	1 500—15 000	1950
5	15 000—150 000	1960
6	150 000—1 500 000	
7	1 500 000—15 000 000	
8	15 000 000—150 000 000	
9	150 000 000—1 500 000 000	

Затратив всю свою предысторию и большую часть исторического периода на освоение двух первых диапазонов, человечество пронеслось сквозь третий за срок жизни одного поколения. Я не знаю точной даты, когда паровоз достиг рубежа скорости 150 километров, но

это определенно стало возможным примерно к 1880 году. Поезд «Эмпайр стейт экспресс» развил скорость 175 километров в час на линии «Нью-Йорк-сентрал» в 1893 году.

Еще более удивителен тот факт, что весь четвертый диапазон мы преодолели за десять с небольшим лет: с точностью, достаточной для наших целей, можно считать, что в период с 1950 по 1960 год был совершен гигантский скачок от полета со сверхзвуковыми скоростями в атмосфере к орбитальному полету вне ее пределов.

Этот скачок явился следствием невиданного успеха в области ракетостроения, прорыва, который привел, как сказали бы математики, к разрывности кривой нарастания скоростей. Нам вряд ли следует рассчитывать на то, что развитие в этой области будет идти подобными же темпами, иначе мы, например, должны были бы еще до 1970 года достичь рубежа 150 000 километров в час. Это в принципе возможно, однако весьма маловероятно. Еще менее вероятный результат будет получен, если мы продолжим нашу столь наивную экстраполяцию, — окажется, что мы должны достичь 9-го диапазона, а с ним и конечного предела скорости, возможной во Вселенной, к 2010 году.

Дело в том, что последняя строка таблицы совершенно фантастична; границы 9-го диапазона по-настоящему должны обозначаться так: «150 000 000 — 1 073 000 000 километров в час». Во Вселенной не существует скорости, превышающей последнюю цифру — величину скорости света.

Не будем заниматься вопросом, почему скорость света является пределом; сосредоточим пока наше внимание на низших диапазонах спектра скоростей. Диапазоны с 1-го по 4-й целиком перекрывают полосу скоростей, удовлетворяющую все наши земные нужды; в сущности, многие из нас вполне удовлетворены рамками 3-го диапазона — считается, например, что современные реактивные пассажирские самолеты летают с достаточно высокой скоростью.

Для сверхскоростных передвижений, порядка нескольких тысяч километров в час, потребуется применить ракеты; маловероятно, что использование химического топлива окажется экономически целесообраз-

ным. Правда, уже сейчас человек способен за девяносто минут облететь вокруг земного шара, но для этого приходится спалить около ста тонн горючего. Даже когда такие ракеты будут полностью усовершенствованы, вряд ли удастся сократить затраты горючего до уровня ниже десяти тонн на одного пассажира (примерно в двадцать раз больше, чем расходуется на одного пассажира крупным реактивным самолетом в дальних рейсах, хотя и это количество весьма внушительно — полтонны керосина). А ведь, кроме горючего, ракета должна нести еще и запас кислорода — своего рода штраф за полет вне атмосферы.

Поскольку уже сейчас конструируются пилотируемые ракетные орбитальные корабли, предназначенные для военных целей, вероятно, будут предприняты попытки приспособить их для перевозки пассажиров. Все гражданские самолеты многим обязаны военным типам машин, даже в тех случаях, когда они не являются непосредственно их вариантами. Конечно, трудно представить себе пассажирское потомство современных экспериментальных летательных аппаратов, но ведь совсем недавно казалось столь же невероятным, что реактивные самолеты будут когда-нибудь возить пассажиров.

Существует два направления развития, которые могут сделать высокоскоростной транспорт экономически целесообразным. Во-первых, это использование дешевой, надежной, безопасной системы ядерных двигателей, что позволило бы резко снизить загрузку ракеты топливом. Такого рода двигателей пока не видно даже на горизонте. Они не могут быть основаны на принципе расщепления атомного ядра — единственной доступной нам сейчас управляемой реакции освобождения энергии атома. Рискуя показаться реакционным старым чудаком, я все же осмелюсь усомниться, что следует разрешить взлет в воздух машинам, работающим на урановом или плутониевом горючем. С самолетами всегда будут происходить аварии (внимайте дерзостному предсказанию!); очень скверно, когда на вас брызнет горящий керосин, но такие несчастья все же носят местный и преходящий характер. Радиоактивным осадкам не свойственно ни то, ни другое.

В атмосфере и в околокосмическом пространстве можно разрешить находиться только тем подвижным

ядерным энергетическим установкам, которые не радиоактивны. Пока мы не умеем создавать такие системы, но, возможно, научимся, когда овладеем управляемой термоядерной реакцией. Тогда мы сможем перебрасывать вокруг света тяжелые грузы со скоростью, доходящей до орбитальной, то есть до 29 000 километров в час, и с затратой нескольких килограммов лития и тяжелого водорода в качестве горючего.

Высказывалась также идея (одна из тех, про которые говорят, что они слишком хороши, чтобы быть реальными), что можно разработать конструкцию *бестопливного* самолета, способного непрерывно летать в верхних слоях атмосферы, получая энергию от природных источников, которые там существуют. Эти источники уже были использованы в ряде эффективных экспериментов. Так, если на соответствующей высоте выпустить из ракеты облако паров натрия, оно вызовет реакцию между диссоциированными частицами вещества, слой которых расположен на границе земной атмосферы и космического пространства. В результате на многие километры в небе распространится ясно видимое сияние. Это энергия солнечного света, накопленная атомами в дневное время, высвобождается под воздействием соответствующего импульса.

К сожалению, хотя количество энергии, накапливаемой в верхних слоях атмосферы, весьма велико, но она сильно рассеяна. Для получения сколько-нибудь полезного эффекта необходимо собрать и переработать гигантские объемы разреженного газа. Если бы какой-то скоростной летательный аппарат, скажем с прямоточным реактивным двигателем, мог пропускать сквозь себя разреженный воздух, извлекая из него в форме тепла достаточное количество энергии, необходимой для возникновения силы тяги, он летал бы вечно, без какой-либо затраты топлива. В настоящее время такой проект представляется маловероятным, потому что затраты энергии на засасывание воздуха были бы больше энергии, извлеченной из воздуха и преобразованной в силу тяги. Но все же идею эту не следует полностью отвергать. Несколько десятилетий назад мы не имели ни малейшего представления о существовании подобных источников энергии; вполне вероятно, что нам предстоит

обнаружить в атмосфере еще более мощные энергетические ресурсы.

В конце концов, в самой идее ничего принципиально абсурдного нет. Плавали же мы тысячи лет по морям на бестопливных судах, движимых энергией ветров. А она ведь тоже даруется не чем иным, как Солнцем.

Впрочем, даже если бы горючее было бесплатным и имелось в неограниченных количествах, достижение *особо* высоких скоростей полета все равно встретило бы ряд препятствий. Цирковые артисты терпят, когда ими выстреливают из пушки, но пассажиры высокоскоростных аппаратов возражают против больших ускорений, а такие ускорения неизбежны, когда мы стремимся достичь подлинно высоких скоростей.

Даже теперь при взлете реактивного самолета пассажира вдавливает в кресло на довольно длительный отрезок времени, а ведь испытываемое при этом ускорение составляет всего лишь малую долю ускорения земной силы тяжести и достигаемая скорость весьма скромна в сравнении с величинами, которые мы рассматриваем здесь.

Проанализируем несколько цифр. Ускорение 1 g означает, что *за каждую секунду* скорость возрастает почти на 10 метров в секунду. При таком ускорении потребуется почти 14 минут, чтобы достичь орбитальной скорости (29 000 километров в час), и на протяжении всего этого времени каждый пассажир будет чувствовать себя так, как будто у него на коленях сидит еще один человек. Затем последует 20 минут полной невесомости (при самом продолжительном полете, за время которого корабль облетает пол земного шара по экватору), которая, вероятно, причинит еще бо́льшие неудобства. А после этого еще 14 минут снижения скорости до нуля, и опять под воздействием ускорения 1 g. За весь полет никто не почувствует себя в покое ни на одно мгновение, что же касается «невесомого» отрезка трассы, то в это время даже знаменитый бумажный пакетик окажется бесполезным. И, может быть, не лишне указать также, что в первую половину времени полета до туалета нельзя будет добраться, а во вторую половину им нельзя будет пользоваться.

Близкая орбита спутника устанавливает своеобразный естественный предел скорости полета вокруг

Земли; тело, вышедшее на такую орбиту, движется по ней без затраты энергии со скоростью около 29 000 километров в час, совершая один оборот вокруг Земли примерно за 90 минут. При попытке двигаться с большими скоростями мы столкнемся с новыми проблемами.

Все вы испытали, что такое «центробежная сила», возникающая при повороте автомобиля или самолета во время быстрого движения. Я заключил этот термин в кавычки, потому что испытанное пассажиром состояние вовсе не есть воздействие какой-то внешней силы, а всего лишь естественный протест его тела против того, что оно лишено неотъемлемого права продолжать движение по прямой и с постоянной скоростью. Единственная сила, фактически действующая в этом случае, это сила, которую приложило к пассажиру кресло автомобиля или самолета, чтобы помешать ему продолжать такое движение.

В полете вокруг Земли и, по существу, при любом движении по ее поверхности вы перемещаетесь по кругу радиусом более шести тысяч километров. При нормальных скоростях вы не замечаете незначительной дополнительной силы, отрывающей вас от поверхности, — ваш вес с избытком перекрывает такую силу. Однако при скорости 29 000 километров сила, направленная внутрь, или, иначе говоря, вниз к центру Земли, будет точно равна вашему весу. Это является необходимым условием орбитального полета: притяжение Земли как раз достаточно, чтобы удерживать тело, перемещающееся вокруг нее с указанной скоростью.

Но, если вы движетесь *быстрее* 29 000 километров в час, вам, чтобы удержаться на орбите, нужно создать дополнительную силу, направленную вниз: одно притяжение Земли с этой задачей не справится. Таким образом, возникает ситуация, которой пионеры космонавтики не могли даже вообразить, когда они бились над решением задачи, как оторваться от Земли. Оказывается, при таких скоростях придется *толкать вниз* летательный аппарат, чтобы удержать его на нужной высоте, — без некоторой обуздывающей силы, без привязи, так сказать, он улетит в космос, словно камень, сорвавшийся с пращи.

При движении по околоземной орбите со скоростью 40 000 километров в час дополнительная сила, требуе-

мая для удержания корабля на орбите, будет в точности равна силе тяжести. Она может быть создана специальными ракетами, направляющими космический корабль к центру Земли с ускорением 1 *g*. Корабль снижаться не будет, и единственное различие между движением по такой силовой траектории и движением спутника, свободно летящего по нормальной орбите, будет состоять в том, что в первом случае этот полет пройдет с бóльшими скоростями и оборот вокруг Земли будет совершаться за 60 минут вместо 90, а члены экипажа корабля уже не будут испытывать состояния невесомости. Им покажется, что у них нормальный вес, только направленный в противоположную сторону; «низ» будет там, где звезды, а Земля повиснет *над* сбитыми с толку космонавтами, совершая полный оборот вокруг своей оси за 60 минут.

При бóльших скоростях потребуются еще большие силы для удержания корабля на его искусственной орбите — искусственной в том смысле, что в природе она невозможна. По-видимому, подобные трюки, к тому же требующие огромных затрат энергии, не найдут никаких практических приложений, но страсть человека к побитию рекордов, вероятно, толкнет его на совершение этих сверхскоростных полетов вокруг Земли, как только они станут технически осуществимыми. Любопытно подсчитать величины ускорений, испытываемых пассажирами, и время одного оборота вокруг Земли в зависимости от скорости полета. Эти цифры приведены в таблице.

Скорость *км/час*	Время оборота вокруг Земли, *минуты*	Искусственная сила тяжести, испытываемая пассажирами, *g*
28 800	90	0
40 000	60	1
49 600	48	2
57 600	42	3
64 000	37	4
70 400	34	5
96 000	25	10
160 000	15	30

Как видите, путешествие вокруг света менее чем за тридцать минут — затея нелегкая, да к тому же и весьма дорогая. Для оборота за 15 минут потребуется выдержать ускорение, равное 30 *g;* это возможно лишь при одном условии, — если пассажир (или пилот) будет полностью погружен в воду; впрочем, в какой бы среде он ни находился, он так или иначе не сможет проявлять во время полета особого интереса к происходящему вокруг. Я считаю, однако, что подобного рода фокусы находятся уже за пределами разумного. Совершать пируэты вокруг этакой «булавочной головки», как Земля, бессмысленно и нецелесообразно. Люди будут облетать вокруг света за 80 минут спокойно и комфортабельно, но за 8 минут при известных ныне силовых установках они этого никогда не смогут проделать.

Оговорка, что наши рассуждения касаются только известных ныне силовых установок, отнюдь не является запоздалой попыткой перестраховать себя. Я думаю, что когда-нибудь мы будем располагать силовыми установками, принципиально отличными от ранее существовавших. Во всех без исключения известных нам средствах транспорта, пассажиры испытывают силу инерции в виде толчка; эта сила воспринимается или подошвами ног, или местом, на котором пассажиры сидят. Сказанное верно и для телеги, запряженной быками, и для велосипеда, и для автомобиля, и для ракеты. Но оно не обязательно должно оставаться правомерным в дальнейшем — на эту мысль нас наводит одно любопытнейшее свойство гравитационных полей.

Когда вы свободно падаете под воздействием силы притяжения Земли, скорость падения каждую секунду возрастает на 9,8 метра в секунду, но вы при этом вообще ничего *не ощущаете*. Это положение остается правильным для гравитационного поля любой мощности. Если бы вы падали, скажем, на Юпитер, приращение скорости падения составляло бы каждую секунду 27 метров, близ Солнца оно было бы равно 270 метрам, но вы все равно не ощущали бы воздействия какой-либо силы. Существуют звезды, известные под названием белых карликов, мощность гравитационных полей которых более чем в тысячу раз превышает мощность гравитационного поля Юпитера; вблизи такой звезды приращение скорости падения могло бы достигать каждую

секунду 4200 метров; при этом вы опять-таки не испытывали бы ни малейших неудобств (до тех пор, конечно, пока не начали бы выбираться из такого поля).

Вы не испытываете никаких ощущений и физического напряжения в результате воздействия гравитационного поля любой интенсивности по той простой причине, что это воздействие испытывают одновременно все атомы вашего тела. При этом вы не ощущаете на себе толкающей силы, которая в условиях обычного движения сообщается вам через пол или кресло транспортной машины и проникает сквозь ваше тело не сразу, а последовательно, так сказать, слой за слоем.

Вы, конечно, уже поняли, к чему я клоню. Если мы, как я предположил в предыдущей главе, научимся когда-нибудь управлять гравитацией, то не только приобретем способность плавать в воздухе, подобно облакам. У нас появится возможность развивать ускорение в любом направлении, не ощущая ни малейшего физического напряжения или воздействия силы; пределы этой возможности будут устанавливаться только наличием энергетических ресурсов. Такой способ передвижения можно было бы назвать «безынерционным движением»; этот термин (и многое другое) я заимствовал у маститого писателя-фантаста д-ра Смита, который, правда, придавал ему несколько иное значение.

При таком движении наши транспортные средства могли бы останавливаться и отъезжать почти мгновенно. Что еще важнее, они были бы практически избавлены от любых аварий и катастроф. Защищаемые своими искусственными гравитационными полями, они могли бы сталкиваться друг с другом на скоростях порядка сотен километров в час, нанося ущерб разве только нервам своих пассажиров. Они могли бы поворачивать под прямым углом и разворачиваться кругом на одной точке; правда, реакции пилота оказались бы слишком замедленными для управления такими эволюциями, но безопасность и комфорт пассажиров ничуть не были бы нарушены. Притом независимо от величины сообщаемого таким машинам ускорения можно было бы предусмотреть непрерывное воздействие на пассажиров определенной некомпенсируемой силы, равной силе земной тяжести, чтобы они в полете всегда ощущали свой нормальный земной вес.

На Земле мы можем отлично обойтись без этих хитроумнейших способов движения, но в конечном счете они все равно появятся как побочный результат исследований космоса. Будем откровенны: ракета — малоцелесообразное средство транспорта, с этим согласится любой, кто мог наблюдать испытание мощного ракетного двигателя, находясь вне укрытия, примерно в полутора километрах от испытательного стенда. Мы обязательно должны найти способ потише, почище и понадежнее, который вместе с тем позволил бы нам переступить границы 6, 7, 8 и, наконец, 9-го диапазонов скоростей.

В дальней перспективе, — наверно, я заглядываю сейчас на несколько столетий вперед — мы поочередно применим и отбросим все виды транспортных средств, используемых нами в нашем восхождении к вершине спектра скоростей. Наступит время, когда межконтинентальная баллистическая ракета покажется такой же тихоходной, как ассирийская боевая колесница. Три тысячи лет, разделяющие их, — всего лишь мгновение в ходе исторического процесса, смыкающего прошлое с будущим; люди почти во все исторические эпохи будут интересоваться лишь двумя крайними участками спектра скоростей.

Я надеюсь, что им всегда будет приятно бродить по Земле со скоростью 3—4 километра в час, упиваясь красотой и таинственностью нашего мира. Но в часы, не посвященные этому занятию, они будут спешить и не успокоятся, пока не достигнут скорости света — этого предела скоростей.

Конечно, и эта скорость будет совершенно недостаточной для покорения межзвездного пространства, но для Земли она была бы равнозначна мгновенному перемещению. Световая волна может обежать вокруг земного шара за $^1/_7$ секунды. Давайте разберемся, можно ли надеяться, что люди когда-нибудь смогут сами передвигаться с такой скоростью.

7

МИР БЕЗ РАССТОЯНИЙ

Идея мгновенного перемещения в пространстве — телепортации — очень стара; она нашла отражение в некоторых восточных религиях. Наверно, многие из живущих сейчас людей верят, что телепортация уже осуществлена йогами и другими кудесниками исключительно силой собственной воли. Все, кто видел демонстрацию настоящего хождения сквозь огонь[1], какую довелось видеть мне, должны очевидно, сделать вывод, что дух обладает почти неограниченной властью над материей, но я в данном случае осмелюсь проявить скептицизм.

В романе Альфреда Бестера «Звезды — моя цель», описывающем общество, в котором, можно сказать, все держится на телепортации, приводится с некоторым оттенком иронии одно из лучших доказательств невозможности телепортации силой духа. На первых же страницах мы находим интересное допущение: человек, которому угрожает внезапная смерть, способен невольно и бессознательно телепортировать себя в безопасное место. Убедительным аргументом, говорящим о неосуществимости этой идеи, представляется тот факт, что нет ни одного достоверного описания подобных событий, хотя каждый год происходят миллионы случаев, позволяющих практически проверить, способен ли на это человек.

Так что давайте лучше рассматривать проблему телепортации с научных позиций, на основе уже доступного нам — и предвидимого, — а не с позиций веры в силу духа, которая представляет собой нечто гипотети-

[1] См. главу 17.

ческое и совершенно нами неизведанное. Пути решения этой проблемы следует, по-видимому, искать только с помощью электроники. Мы научились посылать вокруг Земли звуки и изображения со скоростью света; почему бы нам не научиться посылать предметы и даже людей?

Очень важно уяснить, что в предыдущем предложении факты существенно искажены, сомневаюсь, впрочем, что это было замечено многими. Мы никуда *не посылаем* звуки и изображения — ни по радио, ни по телевидению, ни с помощью каких-либо иных средств. Они остаются там, где возникли, и там же через долю секунды исчезают. Мы посылаем только информацию — описание или, скажем, их план в форме электромагнитных колебаний, — на основе которой эти звуки или изображения могут быть воссозданы.

Передача звука — задача сравнительно несложная, и ее можно считать решенной: при действительно качественной аппаратуре копию от оригинала отличить очень трудно. Задача эта проста (я прошу прощения у нескольких поколений ученых и инженеров-акустиков, которые ломали над ней головы) по той причине, что звук «одномерен». Иными словами, любой звук, как бы он ни был сложен, может быть представлен как величина, имеющая в каждый отдельно взятый момент времени *единственное* значение.

Кажется совершенно невероятным, что вся масса звуков произведения Вагнера или Берлиоза может скрываться в извилистой бороздке, прорезанной на поверхности пластмассовой пластинки. И тем не менее это так, при условии, что извилины бороздки достаточно детальны. Человеческое ухо не способно улавливать звуки, частота которых превышает 20 тысяч колебаний в секунду; этим и устанавливается предел необходимой детализации, или, говоря на техническом языке, ширины полосы частот, которую должен пропускать звуковой канал.

С передачей изображения дело обстоит сложнее — здесь мы сталкиваемся с двумерной свето-теневой картиной. В то время как *в каждое отдельное мгновение* звук может иметь только один уровень громкости, изображение обладает тысячами оттенков яркости. И все

эти оттенки надо воссоздать, если мы хотим передать изображение.

Телевизионные инженеры решили эту проблему, расчленив изображение на мелкие кусочки. В телевизионной камере изображение рассекается приблизительно на четверть миллиона элементов, примерно так, как рассекается растром фотография при изготовлении газетного клише. По существу, камера выполняет невообразимо быстрый обзор и оценку величин яркости всех элементов снимаемой сцены или картины и передает эти величины телевизионным приемникам, которые в соответствии с полученной информацией воспроизводят соответствующие яркости на экранах электроннолучевых трубок. В каждое отдельно взятое мгновение телевидение передает изображение всего одной точки, но, поскольку за долю секунды на экране вспыхивает четверть миллиона таких изображений, мы получаем иллюзию полной картины. А благодаря тому, что весь процесс повторяется тридцать раз в секунду (в странах, где переменный ток имеет 50 периодов, — 25 раз в секунду), изображение выглядит непрерывным и движущимся.

Таким образом, через телевизионный канал должно проходить за одну секунду почти астрономическое количество информации о светах и тенях. Умножив четверть миллиона на тридцать, мы получим 7 миллионов 500 тысяч отдельных сигналов в секунду; на практике телевизионный канал, пропускающий полосу частот в четыре мегагерца, дает приемлемый, но отнюдь не блестящий стандарт четкости изображения, характерный для наших домашних телевизоров. Если эта четкость кажется вам хорошей, сравните изображение на экране телевизора с высококачественным фотоснимком такого же размера.

А теперь позволим себе погрузиться в этакие технические грезы наяву — по стопам многих авторов научно-фантастических произведений. Начнем, пожалуй, с Конан-Дойля — заглянем в одно из малоизвестных его произведений, главным героем которого является профессор Челленджер. Это «Дезинтегратор», опубликованный в 20-х годах. Представьте себе некую сверхрентгеновскую установку, которая способна разложить твердое тело атом за атомом, подобно тому как

телевизионная камера разлагает изображение в студии. Такая установка сможет послать цепочку электрических импульсов, которые будут означать: здесь — атом углерода, еще на две десятые ангстрема дальше — атом кислорода и так далее, пока весь предмет не будет описан необычайным и исчерпывающим образом. Если допустить, что подобная машина осуществима, ненамного труднее покажется обеспечение обратного процесса, то есть создание на основе переданной информации копии оригинала, совершенно идентичной ему. Можно назвать такую систему «передатчиком материи», но это название только вводило бы в заблуждение. Она не будет передавать материю, точно так же, как телевизионная станция не передает свет. Она передавала бы только информацию, руководствуясь которой приемник смог бы черпать неупорядоченную материю из соответствующего запаса и придавать ей желаемые формы.

Тем не менее фактическим результатом было бы мгновенное перемещение материальных тел, или, во всяком случае, перемещение их со скоростью радиоволн, обегающих Землю за $^1/_7$ секунды.

Однако практические трудности, связанные с реализацией этой схемы, столь колоссальны, что, как только мы их уясним, вся идея покажется нам совершенно абсурдной. Достаточно сопоставить те две сущности, между которыми мы проводим аналогию, — поистине неисчислимы различия между плоским изображением довольно слабой четкости и пространственным телом со всем бесконечным богатством и сложностью его микроскопических деталей, вплоть до самых элементарных частиц. Мыслимо ли словами или каким-либо иным способом описания перекрыть пропасть, лежащую между фотографией человека и самим человеком?

Для иллюстрации сложности проблемы предположим, что нас попросили изготовить *точную* копию Нью-Йорка — до последнего кирпича, стекла в окне, бордюрного камня на тротуаре, дверной ручки, газовой трубы, водопроводных магистралей и всех линий электропроводки. Последнее особенно важно, потому что дубликат города не только должен быть точным во всех своих материальных деталях, но и в его бесчисленных силовых и телефонных сетях должны быть те же зна-

чения токов, что и в сетях оригинала в момент его воспроизведения.

Совершенно очевидно, что потребуется целая армия архитекторов и инженеров, чтобы составить необходимое описание города, или, переходя на язык телевизионной техники, осуществить процесс разложения, сканирования изображения. А за время их работы город так сильно изменится, что придется проделывать все заново, то есть, по существу, эту работу никогда нельзя будет закончить.

Но человек сложнее такого создания своих рук, как Нью-Йорк, в миллион, а может быть, и в триллион раз. (Забудем на время о весьма немаловажном различии между живым, чувствующим существом и неодушевленным предметом.) Мы вправе предположить, что процесс копирования человека будет соответственно более длительным. Если, скажем, потребуется год на «сканирование» Нью-Йорка (предположение крайне оптимистичное!), то на одного человека понадобится, вероятно, весь тот срок, который отделяет нас от эры, когда погаснут звезды. А для передачи полученной таким образом информации по какому-либо каналу связи потребуется, наверно, еще столько же времени.

Мы легко можем убедиться в этом, взглянув на цифровые величины, с которыми сопряжен этот процесс. В человеческом теле содержится, в грубом приближении, 5×10^{27} атомов; вспомним, что телевизионное изображение имеет 250 тысяч элементов. На передачу этого числа элементов по телевизионному каналу затрачивается $^1/_{30}$ секунды. Простой арифметический подсчет показывает, что на передачу «материального образа» из одной точки в другую по каналу такой же пропускной способности потребуется около 2×10^{13}, или 20 триллионов, лет.

Наш анализ, хотя он по-детски примитивен и любой инженер-связист, подумав, сумеет отбросить пять-шесть нулей от этой цифры, показывает тем не менее всю сложность проблемы и ее неосуществимость с помощью технических средств, мыслимых и предвидимых ныне. Анализ этот отнюдь не доказывает, что такую задачу нельзя будет решить никогда, а лишь свидетельствует, что она выходит далеко за пределы возможностей современной науки. Попытавшись ее

осуществить, мы выглядели бы совершенно так же, как Леонардо да Винчи, если бы он вознамерился построить, скажем, чисто механическую систему телевидения.

Аналогия здесь настолько точна, что имеет смысл развить ее подробнее. Действительно, что стал бы делать Леонардо да Винчи для решения проблемы передачи изображения высокой четкости (250 тысяч элементов) из одной точки в другую?

Вы будете удивлены, узнав, что он смог бы справиться с такой задачей, хотя, конечно, это было бы лишь бесполезным трюком. Он мог бы действовать следующим образом.

При помощи большой линзы изображение было бы спроецировано на белый экран в затемненной комнате. (Камера-обскура была известна Леонардо, он описал ее в своих заметках.)

На изображение наложили бы прямоугольную сетку с 500 ячейками по каждой стороне прямоугольника; таким образом, экран расчленился бы на 250 тысяч элементов. Каждую ячейку пронумеровали бы, чтобы любую точку всего поля экрана можно было обозначать двумя трехзначными координатами, например 123/456.

Затем какого-нибудь человека, обладающего острым зрением, попросили бы осмотреть изображение, элемент за элементом, и в зависимости от того, освещен элемент или затенен, сказать «да» или «нет». Вообразите, что разглядываете через лупу газетное клише, — и вы получите весьма ясное представление об этой процедуре. Если условиться обозначать темный элемент «0», а освещенный — «1», можно описать всю картину в пределах этого уровня четкости с помощью ряда семизначных чисел. Скажем, 1/001/001 означало бы, что элемент в левом верхнем углу освещен, а 0/500/500, — что последний элемент в правом нижнем углу экрана затемнен.

Далее перед Леонардо встала бы проблема передачи этого ряда из 250 тысяч семизначных чисел в какой-то удаленный пункт. Это можно проделать многими способами — семафорами, световыми вспышками и т. п. На приемном конце этой линии связи изображение можно было бы синтезировать, скажем, зачернив соответствующие ячейки на бланке, разлинованном на

500 × 500 клеток, или установив перед белым экраном четверть миллиона крохотных заслонок, которые можно открывать и закрывать, или еще десятком других способов.

Сколько же времени потребовалось бы на все эти операции? Узким местом, вероятно, стала бы передача сигналов семафором. При удаче Леонардо умудрился бы передавать один знак в секунду, а нужно передать 1 750 000! Вот и получается, что ему понадобилось бы около двадцати суток, не говоря уже о фантастических затратах сил и нервов, на передачу всего лишь одного изображения.

Он мог бы, правда, сократить этот срок, заставив работать много людей параллельно, но при наращивании числа операторов он очень скоро достиг бы предела, за которым результаты начали бы ухудшаться. Скажем, двадцать человек, одновременно работающих над разверткой изображения и посылающих свою информацию по отдельным семафорам, конечно, мешали бы друг другу; меньше чем за сутки они все равно не закончили бы работы. Возможность выполнения всех этих операций за $^1/_{30}$ секунды показалась бы Леонардо, — вероятно, самому прозорливому человеку из всех когда-либо живших на Земле — абсолютно, категорически немыслимой. И все же через пятьсот лет после его рождения благодаря электронике такое чудо происходит почти во всех жилищах цивилизованного мира.

Вполне возможно, что есть техника, настолько же превосходящая электронику, насколько последняя превосходит неуклюжие машины средневековья. И, может быть, средствами такой техники даже развертка, передача и воссоздание столь сложного объекта, как человек, окажутся осуществимыми, причем в разумно короткий срок, скажем за несколько минут. Впрочем, даже и это достижение отнюдь не означает, что мы когда-нибудь сумеем «переслать» живого человека — со всеми его мыслями, воспоминаниями, с его неповторимым ощущением собственной личности — через посредство какого-либо эквивалента радиосвязи. Человек — это нечто большее, чем просто сумма атомов, слагающих его; он представляет собой по меньшей мере такую сумму плюс невообразимое количество энергетических состояний и пространственных сочетаний, в которых

эти атомы пребывают в данный момент времени. Современная физика (и в особенности принцип неопределенности Гейзенберга) утверждает, что измерение всех этих состояний и сочетаний с абсолютной точностью принципиально невозможно и что, по существу, сама идея такого измерения бессмысленна. Подобно копии, снятой под копирку, дубликат обязательно должен отклоняться от природы вещей, отличаться некоторой неясностью, «размазанностью». Такая «размазанность» может быть совершенно незначительной (наподобие фона в высококачественной магнитной записи звука), но может быть и настолько большой, что копия станет неузнаваемой, как это бывает с газетной репродукцией фотоснимка, которая много раз подвергалась клишированию.

Я не приношу извинений за чисто механистический подход к рассматриваемому вопросу; перед нами слишком много технических проблем, чтобы мы могли заниматься такими неопределенными понятиями, как душа и дух. Можно с полным основанием утверждать, что, если бы мы даже смогли воспроизвести человека с точностью до последнего атома, в результате было бы получено неживое существо, а если и живое, то совсем другое. Все же именно такая репродукция удовлетворяет минимальному требованию; нам, возможно, понадобится сделать нечто большее, но этого мы обязаны добиться безусловно (если хотим решить обсуждаемую проблему).

Эта проблема имеет и другой аспект; я не могу им пренебречь, да читатель и сам, несомненно, уже задумался над ним. Если такой способ транспортировки осуществим, некоторые последствия его будут просто устрашающими.

Дело в том, что передатчик материи — это не только «передатчик». Он потенциально является и размножающим устройством, могущим создавать любое число копий, неотличимых от оригинала. Копий может быть столько же, сколько имеется приемников; кроме того, вероятно, «сигнал» можно будет записывать и многократно «проигрывать» через тот же самый приемник. В связи с этим уместно будет напомнить, что сырье, из которого построено человеческое тело, стоит очень дешево.

Когда-нибудь все производственные процессы будут основаны на этом принципе, который, конечно, вполне целесообразен, пока речь идет о простых, неодушевленных предметах и пусть даже довольно сложных, но все же не живых существах[1]. Мы не возражаем против тысяч одинаковых пепельниц, чашек или автомобилей, но общество было бы ввергнуто в кошмарную неразбериху, столкнувшись с сотнями людей, которые с полным основанием заявляли бы, что они — одна и та же личность. Даже всего два-три экземпляра видного государственного деятеля могли бы породить политический хаос; возможности для преступлений, интриг, развязывания войн здесь столь велики, что это изобретение было бы куда опаснее любой атомной бомбы. Однако сам по себе устрашающий характер того или иного открытия еще не делает его неосуществимым, это уже испытали на себе жители Хиросимы. Мы можем, конечно, питать надежду, что передатчик — дубликатор материи останется навсегда за пределами досягаемости, но я все же опасаюсь, что когда-нибудь человечеству придется заняться проблемами, которые связаны с такой техникой.

Я сильно подозреваю также, что примитивный, «телевизионный» подход, охарактеризованный выше, окажется не самым лучшим решением проблемы мгновенной транспортировки. Истинное решение (если оно вообще существует) может оказаться гораздо более хитроумным. Оно может быть сопряжено со свойствами самого пространства...

Кто-то когда-то весьма остроумно сказал, что пространство есть нечто, не позволяющее многим вещам занимать одно и то же место. Но предположим, нам *хочется,* чтобы две вещи были в одном и том же месте, или, точнее, чтобы «два места были в одном и том же месте»?

Идея неподвижности, неизменности, абсолютности пространства за последние пятьдесят лет много раз подвергалась нападкам; «виной» тому главным образом открытия Эйнштейна. Однако еще до того, как теория относительности заставила пристальнее и глубже задуматься над представлениями, которые всегда казались

[1] Более подробно этот вопрос рассматривается в главе 13.

здравыми, ряд философов и математиков поставили под сомнение концепцию классического, или евклидова, пространства. К ним относится в первую очередь Николай Иванович Лобачевский (1793—1856).

Существуют по меньшей мере две точки зрения, согласно которым пространство может обладать свойствами более сложными, нежели те, что описаны в учебниках геометрии и смутно запомнились большинству из нас еще со школьных времен. Оно может либо не повиноваться основным аксиомам Евклида, либо иметь более трех измерений. Современные геометры, чей девиз — «если это можно себе представить, это уже не геометрия», навыдумывали много более страшных вероятностей, но мы можем с благодарностью пренебречь ими.

Четвертое измерение за последнее время вышло из моды; оно было популярно в начале столетия, но, возможно, когда-нибудь вновь получит признание. Сама по себе мысль, что может существовать нечто, настолько же превосходящее куб, насколько куб превосходит квадрат, не содержит ничего особенно трудного для восприятия. Очень легко вычислить свойства четырехмерных, да и вообще *n*-мерных тел по аналогии с телами низших измерений. Мы займемся этим в главе 14.

Хотя я охотно — и даже более чем охотно — готов принять поправку к моей точке зрения, я не думаю, что *евклидово* пространство предоставляет возможность кратчайшего сообщения между двумя точками в знакомом нам трехмерном мире. Две точки, разделенные определенным расстоянием в трехмерном пространстве, окажутся как минимум не менее отдаленными друг от друга в пространстве любого высшего порядка. Однако, если мы вообразим, что пространство может быть изогнуто, искривлено и аксиомы Евклида к нему уже неприменимы, возникают новые и очень интересные возможности.

И вновь единственным доступным нам способом оценить эти возможности оказывается аналогия. Вспомните о давно знакомой, но загадочной фигуре — так называемой поверхности Мёбиуса. Она образуется склеиванием двух концов бумажной полоски, предварительно скрученной на пол-оборота. В результате, как известно, получается «кольцо с односторонней поверхностью», в

чем вы можете легко убедиться, проведя по нему пальцем. Я предлагаю вам самим изготовить поверхность Мёбиуса: вам потребуется на это секунд тридцать, и вы не пожалеете затраченного времени.

Зажмите эту склеенную полоску между большим и указательным пальцами. Вы сможете провести карандашом непрерывную линию от большого пальца к указательному, сделав один оборот по полоске. (А может, это будет всего только пол-оборота? Но так мы, чего доброго, далеко зайдем). Расстояние это довольно большое, особенно для жителя воображаемой двухмерной страны «Флатландии», который может передвигаться только по поверхности.

Зато, если бы вы могли пройти через толщу бумаги, по прямой между большим и указательным пальцами, расстояние было бы очень коротким: вместо, скажем, двадцати пяти сантиметров — десяток микронов.

Этот небольшой и простенький опыт позволяет предположить существование некоторых весьма необычных возможностей. Можно представить себе виды пространства, в которых точки A и B в одном направлении очень далеки друг от друга, а в другом — совсем близки.

Тот факт, что мы представляем подобную картину в своем воображении, отнюдь не означает, что она физически осуществима и что в пространстве есть «дыры», сквозь которые мы можем «напрямик» шагнуть через всю Вселенную. Мы полагаем, однако, что геометрия пространства непостоянна (конечно, многим математикам, прожившим в двухтысячелетней тени постулатов Евклида, эта мысль показалась бы абсурдной). Пространство может изменяться под воздействием гравитационных полей. Впрочем, тут мы, кажется, «ставим телегу впереди лошади»: так называемые «гравитационные поля» есть не причина, а следствие искривлений пространства.

Возможно, когда-нибудь мы добьемся власти над некими силовыми полями — или силами, — власти, которая позволит нам изменять структуру пространства с пользой для себя, скажем сплетая его в узлы, наподобие кренделя, со свойствами еще более удивительными, чем у поверхности Мёбиуса. Кто знает, может быть, давно знакомая по научной фантастике идея «искривления пространства» вовсе не чистый вымысел;

когда-нибудь она станет для человечества будничным фактом и люди будут шагать с одного континента на другой (или даже из одного мира в другой?) так же легко, как в соседнюю комнату.

Но решение можно искать и на другом пути, совершенно новом и неожиданном, как это часто бывало в прошлом. Мы должны исходить из того, что скорости передвижения будут неизменно возрастать до крайних пределов технически осуществимого, — и никто не в силах сказать, каковы эти пределы. Сигналы могут перемещаться со скоростью света, материальные тела — со скоростью ненамного меньшей. Когда-нибудь сможем добиться этого и мы сами.

Однако существует тенденция, которая может противодействовать созданию глобальной системы мгновенного перемещения. Средства связи совершенствуются; придет время, когда человек сможет не только видеть и слышать, но и воспринимать ощущения всеми другими органами чувств с помощью сигналов, передаваемых по всей нашей планете, и у людей будет все меньше и меньше стимулов к путешествиям. Такую возможность предсказал еще более тридцати лет назад И. М. Форстер в своем известном рассказе «Машина останавливается». Это рассказ о наших отдаленных потомках; они живут в уединенных кельях и почти не покидают их, зато могут в одно мгновение установить телевизионный контакт с любым человеком на Земле, где бы он ни находился.

Форстер дожил до времени, когда телевидение достигло совершенства, намного превосходящего его вымысел тридцатилетней давности; может быть, его представление о будущем человечества в своих основных чертах не так уж далеко от истины. Дальняя связь и дальние передвижения — факторы противоборствующие! До сих пор они взаимно уравновешивались, но если когда-нибудь первый возьмет верх, результатом явится общество, изображенное в рассказе Форстера.

С другой стороны, успешный прорыв в области передвижений, подобный совершенному электроникой в связи, поведет к возникновению мира неограниченной и легкой подвижности. Исчезнут все барьеры расстояний, некогда разделявшие людей и страны. Переворот, произведенный телефоном в деловой и общественной

жизни, покажется ничтожным в сравнении с тем, что может принести всей нашей цивилизации «телепортер». Вряд ли стоит разделываться одной фразой с перспективой, которая могла бы революционизировать (если не уничтожить совсем) большую часть торговли и промышленности. Вообразите, что̀ случилось бы, если бы мы могли мгновенно перемещать сырьевые продукты и промышленные изделия по всей Земле! Технически эта задача в миллиарды раз легче мгновенной транспортировки столь хрупких и сложных созданий, как человеческие существа, и я почти не сомневаюсь, что в течение ближайших нескольких столетий люди этого добьются.

Во все эпохи человек боролся против двух великих врагов — времени и пространства. Возможно, он никогда не победит время и беспредельные космические дали тоже сокрушат его, если он дерзнет удалиться от Солнца больше чем на несколько световых лет. Но здесь, на нашей маленькой Земле, он когда-нибудь сможет объявить о своей полной победе над расстоянием.

Не знаю, как мы достигнем этих рубежей, — все сказанное мною, возможно, лишь убедило читателя в полной их недостижимости. Я же верю: придет время, когда мы сможем перелететь с одного полюса на другой за мгновение, разделяющее два удара нашего сердца.

Но, если, добившись такой власти над силами природы, мы потеряем всякий интерес к ее использованию, это будет очередная веселая шутка истории.

8

РАКЕТОЙ — К НОВОМУ РЕНЕССАНСУ

Четыре с половиной столетия назад началось развитие европейской цивилизации в новом, дотоле неведомом направлении. Это был своего рода взрыв, медленный, но непреодолимый. Его питали силы, развязанные эпохой Ренессанса. После тысячелетнего топтания вокруг Средиземноморья европеец открыл новые, неизведанные просторы далеко за морем. Мы точно знаем тот день, когда он их обнаружил, и день когда с неизведанным было покончено. Открытие просторов Америки произошло 12 октября 1492 года; Америка перестала быть малоисследованной страной 10 мая 1869 года, когда забили последний костыль на трансконтинентальной железной дороге.

За всю долгую историю человечества в нашем веке впервые не было открыто ни одного нового, неизведанного рубежа на суше или на море, и именно в этом — источник многих наших бед. Правда, еще и теперь огромные пространства Земли не используются и даже не исследованы, но все это уже только, так сказать, подчистка. Пришел срок выложить свои сокровища океанам, хотя их изучением нам придется заниматься еще не одну сотню лет; освоение моря началось с того дня, когда батискаф «Триест» опустился в бездонные глубины Марианской впадины.

Неоткрытых континентов больше нет. В какую бы сторону горизонта вы ни направили свой путь, на другом конце этого пути вы обязательно наткнетесь на кого-нибудь, кто уже поджидает вас, чтобы проверить визу и справку о прививке.

Утрата неизведанного оказалась тяжким ударом для романтиков и искателей приключений. Историк Юго-Запада США Уолтер Прескот Уэбб писал об этом так;

«Конец эры всегда отмечен печатью грусти... Люди будут невыразимо тосковать по рубежам, за которыми скрывалось неожиданное. Столетиями доносился до них зов неизведанного, они прислушивались к обещаниям, звучавшим в нем, и рисковали своими жизнями и достоянием ради свершения этих обещаний. И вот этот зов смолк...»

Я счастлив заявить, что профессор Уэбб мог бы подождать со своими сокрушениями несколько миллионов лет. Ведь уже тогда, когда он писал в штате Техас эти строки, инверсионные следы в небе над Уайт-Сэндз указали путь к новым просторам неизведанного, каких мир еще не знал, — к просторам космического пространства.

Путь к звездам открыт далеко не преждевременно. Цивилизация не может существовать без новых рубежей; она нуждается в них и материально, и духовно. Материальная необходимость очевидна — новые территории, новые ресурсы, новое сырье. Духовная потребность менее явно выступает на поверхность, но в конечном счете она более важна. Мы живы не хлебом единым, нам нужны и приключения, разнообразие, новизна, романтика. Как доказали психологи своими опытами по влиянию сенсорной изоляции, человек быстро сходит с ума, если его изолировать от внешнего мира в тихом, темном помещении. Что верно для индивида, верно и для общества; оно тоже может впасть в безумие при отсутствии достаточных побуждений к действию.

Возможно, чересчур оптимистичным покажется утверждение, что назревающее бегство человека с Земли и преодоление им межпланетного пространства послужат толчком к началу новой эпохи Возрождения. Тем не менее я намереваюсь высказать именно такую точку зрения; предварительно, однако, надо покончить с некоторыми распространенными заблуждениями.

Рубежи космического пространства бесконечны и неисчерпаемы в самом буквальном смысле этих слов, а возможности, открывающиеся для нас в космосе, и вызов, брошенный нам его беспредельными просторами, не имеют ничего общего с тем, что встречалось нам

в прошлом на Земле. Все луны и планеты солнечной системы — чуждые, враждебные миры, где, возможно, никогда не будет жить больше нескольких тысяч людей, к тому же отобранных уж никак не менее тщательно, чем, скажем, население Лос-Аламоса [1]. Эра массовой колонизации миновала навсегда. В космосе уйма места для многих вещей, но только не для «твоих усталых, твоих убогих, твоих толпящихся сонмом, жаждущих вольно вздохнуть...» [2] «Статуя Свободы» — если таковая будет воздвигнута на Марсе — на пьедестале должна иметь надпись: «Дай мне твоих ядерных физиков, твоих инженеров-химиков, твоих биологов и математиков». Иммигранты XXI века будут походить больше на иммигрантов XVII, нежели XIX века. Ибо «Мэйфлауэр» [3] был по самый фальшборт набит умными головами, и об этом не следует забывать.

Таким образом, часто высказываемая мысль, что колонизация планет позволит решить проблему перенаселенности, есть полнейшее заблуждение. Сейчас численность населения Земли *каждый день* увеличивается примерно на 100 тысяч человек, и никакие реально мыслимые «космические переброски» не смогут существенно сократить эту устрашающую цифру.

При современном уровне развития техники общей суммы военных бюджетов всех стран мира только-только хватило бы на обеспечение ежедневной высадки на Марсе десяти человек. Впрочем, даже если бы космическая транспортировка не была баснословно дорогой, а, наоборот, совершенно бесплатной, задача вряд ли стала бы легче: ведь среди планет нет ни одной, на которой люди могли бы жить и работать, не используя сложнейшего технического арсенала. Нам везде потребуются космические скафандры, кислородные заводы, герметизированные куполы и гидропонные фермы. Когда-нибудь наши колонии на Луне и на Марсе смогут

[1] Маленький населенный пункт в штате Нью-Мехико (США), близ которого во время второй мировой войны в строжайшем секрете изготавливалась первая американская атомная бомба (проект «Манхеттен»). — *Прим. перев.*

[2] Из надписи на пьедестале статуи Свободы в Нью-Йорке.

[3] На судне «Мэйфлауэр» в 1620 году прибыла в Америку первая партия английских колонистов, положивших начало колониям Новой Англии. — *Прим. перев.*

прокормить себя сами, но, если мы ищем жизненное пространство для избыточного населения, куда дешевле обойдется освоение Антарктиды и даже дна Атлантического океана.

Нет, битву против перенаселенности мы должны начать и выиграть здесь, на Земле. И вместе с тем, хотя другие планеты не могут спасти нас, это как раз тот случай, когда формальную логику не обязательно принимать в расчет. Гнет нарастающих множеств, удушающее ощущение усиливающейся скученности будут стимулировать тягу человека в космос, хотя покинуть Землю сможет всего лишь одна миллионная часть человечества.

Далее, хотя освоение планет не сможет непосредственно помочь перенаселенной и обедненной Земле в интеллектуальном и эмоциональном отношении, оно, возможно, сыграет колоссальную роль. Открытия первых экспедиций, подвиги пионеров, осваивающих новые миры, — все это будет вдохновлять оставшихся дома на целеустремленную деятельность. Глядя на экраны своих телевизоров, они будут понимать, что История с большой буквы не стоит на месте. Чувство изумления, почти утраченное нами, возродится вновь — и с ним дух приключений.

Важность этих фактов трудно переоценить, хотя, конечно, легче просто потешаться над ними, отпуская циничные шуточки насчет эскапизма. Пионерами и первооткрывателями способны стать немногие, но каждый человек, даже самый немощный, ощущает подчас потребность в приключениях и острых ощущениях. Если вам нужны доказательства, вспомните, сколько ковбойских фильмов галопом скачут в эфире на экраны телевизоров. Миф о Западе[1] создан, чтобы заполнить пустоту современной жизни, и он отлично выполнял эту задачу. Однако рано или поздно человеку надоедают мифы (миф о Западе надоел многим из нас давным-давно), и тогда наступает время отправляться на поиски новых земель. И разве не символично, что на

[1] Имеются в виду западные штаты США, идеализированная история освоения которых служит фоном для бесчисленных приключенческих «ковбойских» фильмов, наводняющих экраны мира. — *Прим. перев.*

берегу Тихого океана, там, где всего два поколения назад остановились крытые фургоны переселенцев, теперь высятся гигантские ракеты.

Медленная, но глубокая перестройка нашей культуры уже начинается, по мере того как люди все более обращают свои помыслы к космосу. Еще до того, как первое живое существо вырвалось за пределы атмосферы, этот процесс начался на самом влиятельном участке нашей жизни — в детской. Игрушечные космонавты и ракеты стали заурядным явлением уже несколько лет назад; космосу все чаще уделяют внимание и карикатуристы, и сочинители анекдотов. Нарастающее ощущение Вселенной сыграло свою роль, увы, и в области психопатологии. Между культом летающих блюдец и ведьмоманией XVII столетия можно провести прелюбопытнейшую параллель. Тут имеют место совершенно одинаковые психические явления; я дарю эту идею любому претенденту на степень доктора философии, ищущему тему для диссертации.

По мере того как продвигается исследование солнечной системы, идеи, открытия и опыт космонавтики будут все полнее осваиваться человечеством. Конечно, наибольшее влияние они окажут на тех мужчин и женщин, которые сами отправятся в космические полеты для создания временных баз или постоянных колоний на планетах. Поскольку мы не знаем, с чем они там столкнутся, вряд ли стоит ломать голову, какое общественное устройство сложится через сто или тысячу лет на Марсе, Венере, Луне, Титании и на других крупных небесных телах солнечной системы. (Мы можем сбросить со счета планеты-гиганты Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, у которых нет стабильной поверхности.) Каков будет исход наших рискованных вылазок в космос, покажет история.

Как часто случалось в прошлом, задача может оказаться нам не под силу. Если мы создадим колонии на планетах, они, возможно, будут способны лишь поддерживать свое существование на предельно низком уровне, но у них не хватит энергии на какие-либо достижения в области культуры. В истории уже есть один пример, столь же поразительный, сколь и зловещий. Много веков назад полинезийцы совершили технический подвиг, который вполне можно сравнить с за-

воеванием космоса. Установив регулярное морское сообщение через величайший из земных океанов, они, как пишет Тойнби[1], «завладели клочками суши, разбросанными по водной пустыне Тихого океана почти столь же редко, как звезды в мировом пространстве». Но этот подвиг в конце концов истощил их силы, и они опустились до первобытного существования. Мы никогда и не узнали бы о их изумительных достижениях, если бы они не оставили на острове Пасхи памятники, которые трудно не заметить. В грядущие тысячелетия в космосе может оказаться много таких «островов Пасхи» — покинутых планет, усеянных если не монолитными скульптурами, то иными, не менее загадочными останками потерпевшей крах технической цивилизации.

Каков бы ни был конечный результат наших исследований космоса, мы с достаточным основанием можем быть уверены, что они незамедлительно принесут нам некоторые выгоды. Я сознательно исключаю здесь такие «практические» результаты, как многомиллиардный выигрыш от усовершенствования службы прогноза погоды и средств связи. Накоплением богатств, конечно, не следует пренебрегать, но в конечном счете силы стоит тратить только на два вида человеческой деятельности — расширение наших познаний и создание прекрасного. Это неоспоримо; обсуждению подлежит лишь один вопрос: что должно стоять на первом месте.

Определение плотности электронного слоя вокруг Луны, точного состава атмосферы Юпитера или напряжения магнитного поля Меркурия взволнует лишь весьма незначительную часть человечества. Возможно, когда-нибудь судьбы целых народов будут определяться подобными или другими, еще менее понятными явлениями, но они затрагивают только разум, а не сердце. Цивилизации завоевывают уважение свершениями своего разума, но любовь — или презрение — приносят им творения искусства. Можем ли мы сегодня хотя бы предположить, какое искусство придет к нам из космоса?

Обратимся прежде всего к литературе, потому что путь развития любой цивилизации наиболее точно

[1] Арнольд Тойнби (1852—1883) — английский буржуазный социолог. — *Прим. перев.*

обозначают писатели. Прибегнем снова к цитате из книги профессора Уэбба «Великий рубеж»:

> «Мы обнаруживаем, что золотой век каждой страны, вообще говоря, более или менее точно совпадает с периодом высшего размаха ее деятельности на рубежах, граничащих с внешним миром... По-видимому, литературный гений любой страны раскрепощается, когда она активизирует свои действия на пограничных рубежах...»

Писатель не в силах оторваться от окружающей его среды, как бы он ни старался. Когда народы открывают новые рубежи, появляются Гомер и Шекспир, а если взять примеры менее «олимпийских» масштабов и ближе к нашим временам — Мелвилл, Джозеф Конрад и Марк Твен. Когда открывать больше нечего, наступает срок появиться Теннесси Уильямсу, и битникам, и еще Марселю Прусту, чей горизонт под конец жизни был ограничен комнатой со стенами, обитыми пробкой. Если бы Льюис Кэррол жил в наше время, он, быть может, вместо «Алисы в стране чудес» подарил бы нам «Лолиту» [1].

Было бы, конечно, величайшей наивностью предполагать, что полеты в космос возродят эпос и саги в формах, сколько-нибудь похожих на древние. Космические полеты слишком точно документированы — Гомер творил, обладая существенным преимуществом: он не был обременен изобилием фактов. Но, бесспорно, открытия и приключения, победы и неизбежные поражения, которыми будет сопровождаться путь человека к звездам, когда-либо послужат источником вдохновения для новой героической литературы и породят творения, равноценные мифу о золотом руне, «Путешествиям Гулливера», «Моби Дику», «Робинзону Крузо».

Нас не должно смущать то обстоятельство, что после завоевания воздушного океана ничего подобного не произошло. Верно, что авиации посвящено очень мало произведений художественной литературы (кроме книг Линдберга и Сент-Экзюпери, почти ничего и не назовешь), но причины вполне очевидны. Летчик проводит в своей стихии всего несколько часов и летит в места

[1] Бульварный роман американского писателя Набокова. — *Прим. перев.*

уже известные, а в тех немногих случаях, когда он бывает над неисследованной территорией, ему редко представляется возможность совершить на ней посадку. Космический путешественник, напротив, может находиться в пути недели, месяцы, годы, отправляясь в места, которые человек если и видел когда-либо, то весьма смутно и с помощью телескопа. Поэтому у космических полетов очень мало общего с полетами в атмосфере; по своему характеру они гораздо ближе к путешествиям по морям, которые вызвали к жизни так много великих творений нашей литературы.

Вероятно, еще рано задумываться над тем, какое влияние окажут космические полеты на музыку и изобразительные искусства. Тут опять мы можем лишь надеяться, а надежда очень нужна, когда смотришь на холсты некоторых современных художников, где они с излишней откровенностью излили свои души. Перспективы современной музыки несколько более благоприятны: теперь, когда электронно-вычислительные машины обучены сочинять музыку, мы можем надеяться, что вскоре их научат и наслаждаться ею, тем самым избавив нас от излишних неприятностей.

Может быть, эти древние виды искусства уже исчерпывают себя, и ожидающие нас в космосе испытания, пока еще не охватываемые воображением, породят новые формы выражения чувств. Например, слабая гравитация (или полное ее отсутствие) обязательно будет способствовать возникновению «странной» архитектуры, воплотившей контуры иных, чуждых миров, легкой и изящной, как грезы. А как будет выглядеть постановка «Лебединого озера» на Марсе, где балерины будут весить в три раза меньше, чем на Земле, или на Луне, где их вес составит всего одну шестую земного?

Состояние невесомости — ощущение, до недавнего времени не испытанное ни одним человеком, но все же таинственно знакомое нам по сновидениям, — окажет решающее влияние на все стороны человеческой деятельности. Оно создаст условия для появления целого созвездия новых видов спорта и спортивных игр и преобразит многие из существующих.

Все наши эстетические представления и нормы сформировались под воздействием окружающей

природы, и может оказаться, что многие пригодны только для нашего мира. Ни на какой другой планете нет такого голубого неба и лазурного моря, нет зеленой травы, холмов, плавно округленных эрозией, рек и водопадов, нет одной-единственной Луны. Нигде в космосе наш взгляд не сможет отдохнуть, созерцая знакомые очертания деревьев, растений и животных, живущих вместе с нами на нашей Земле. Живые существа, с которыми мы встретимся в других мирах, если они там есть, покажутся нам такими же странными и чуждыми, как наводящие ужас обитатели океанских глубин или представители царства насекомых, если бы их размеры были в сотни раз больше. Возможно даже, что природные условия на других планетах окажутся невыносимыми; но в равной мере возможно и другое: что они породят в нас новые и более всеобъемлющие представления о красоте, которые не будут ограничены воспитанием, навязывающим нам, так сказать, земные стандарты.

Конечно, вопрос о существовании жизни вне Земли — это величайшая из тех многочисленных тайн, раскрытие которых ожидает нас на других планетах. Сейчас мы с достаточными основаниями предполагаем, что на Марсе имеется какая-то форма растительности, сезонные изменения окраски в сочетании с данными недавних спектроскопических наблюдений придают этому предположению высокую степень вероятности. Поскольку Марс — мир древний и, по-видимому, умирающий, борьба за существование там могла привести к необычайным последствиям. Нам не мешает быть поосторожнее, когда мы высадимся на Марсе. Там, где есть растительность, могут быть и более высокие формы жизни: располагая достаточным сроком, природа проверяет все возможности. У Марса времени было с избытком, поэтому там могли развиться те паразиты растительного царства, которые известны у нас под названием животных. Эти животные окажутся очень странными: у них не будет легких. Действительно, что пользы в легких, когда в атмосфере практически нет кислорода?

Дальнейшие биологические домыслы не только бесполезны, но и решительно неразумны: ведь мы узнаем правду через десять-двадцать лет, а может быть, и

раньше. Стремительно близится тот час, когда мы наконец узнаем, существуют ли марсиане.

Установление контакта с современной внеземной цивилизацией будет самым волнующим событием, которое когда-либо происходило в жизни человечества; при этом мы можем столкнуться и с хорошим, и с плохим — возможности одинаково неисчерпаемы. Может случиться так, что лет через десять некоторые классические темы научной фантастики практически переместятся в сферу политики. Но все же более вероятно другое: если на Марсе и была когда-нибудь разумная жизнь, то мы разминулись с ней на целые геологические эпохи. Поскольку все планеты существуют не менее пяти миллиардов лет, вероятность одновременного расцвета цивилизации на двух из них крайне невелика.

Но и угасшая цивилизация способна оказать колоссальное воздействие: вспомним, что начало эпохе Возрождения в Европе было положено открытием культуры, процветавшей более чем за тысячу лет до того. Когда наши археологи попадут на Марс, они могут обнаружить, что там нас ожидает наследство не менее богатое, чем оставшееся от Греции и Рима.

Не следует, однако, возлагать слишком много надежд на Марс или любую другую планету нашей солнечной системы. Если разумная жизнь и существует где-либо, кроме Земли, мы, вероятно, должны искать ее на планетах других солнечных систем. Они отделены от нас бездной пространства протяженностью в миллионы — повторяю, *в миллионы* — раз большей, чем расстояние между нами и нашими ближайшими соседями — Марсом и Венерой. Еще несколько лет назад даже наиболее оптимистично настроенные ученые считали, что мы никогда не преодолеем эти невообразимо бескрайние просторы, сквозь которые даже свету, неутомимо мчащемуся со скоростью более миллиарда километров в час, приходится лететь годами. Но недавно человечеству удалось осуществить один из самых необычайных и неожиданных во всей истории техники прорывов в область неизведанного, благодаря чему появилась возможность установить контакт с разумными существами, живущими *за пределами* солнечной системы, раньше, чем мы откроем какие-нибудь жалкие мхи или лишайники на ближних планетах.

Я имею в виду замечательные открытия в области электроники. Теперь стало очевидным, что дальнейшие исследования космического пространства будут осуществляться главным образом с помощью радио. Оно позволит установить связь с мирами, в которых мы никогда не побываем сами, и даже с теми, что уже давно перестали существовать. Весьма вероятно, что не ракета, а именно радиотелескоп позволит нам установить первый контакт с внеземной цивилизацией.

Еще десять лет назад подобная мысль показалась бы абсурдной. Теперь мы располагаем приемниками такой высокой чувствительности и антеннами столь огромных размеров, что можем рассчитывать уловить радиосигналы с ближайших звезд, — если там есть кому их посылать. К поиску таких сигналов приступила в начале 1960 года Национальная радиоастрономическая обсерватория в Гринбэнке (США); к этому поиску присоединились многие другие обсерватории после создания соответствующего оборудования. Это, пожалуй, самый значительный шаг в истории научных исканий человека; рано или поздно он приведет нас к успеху.

Из фона космических шумов, из шипения и потрескивания взрывающихся звезд и сталкивающихся галактик мы в один прекрасный день выделим слабые ритмичные импульсы, которые будут голосом разума. Сначала мы поймем только (только!), что во Вселенной, кроме нас, есть и другие разумные существа, позднее научимся расшифровывать эти сигналы. Вполне уместно предположить, что часть таких сигналов будет нести изображения — нечто вроде нашего бильдтелеграфа или даже телевидения. Не представит особого труда разгадать принципы кодирования и воспроизвести переданные изображения. Так что когда-нибудь, — возможно, не в очень отдаленном будущем — мы увидим картины жизни иного мира на экране электронно-лучевой трубки.

Хочу повторить еще раз, что это не беспочвенная фантазия. В те дни, когда пишется эта книга, электронная аппаратура стоимостью в миллионы долларов уже используется для поисков именно таких сигналов. Может быть, они останутся безуспешными, пока радиоастрономы не выберутся на околоземную орбиту, где можно построить антенны поперечником в несколько

километров, заэкранированные от земных помех. Может быть, нам придется ждать первых результатов десять лет — или даже целое столетие. Это несущественно. Я хочу подчеркнуть главное: пусть мы никогда не сможем физически вырваться за пределы солнечной системы — все равно мы сумеем узнать кое-что о цивилизациях на планетах, тяготеющих к иным звездам, а они узнают о нашем существовании. Ведь, как только мы уловим послания из космоса, мы попытаемся ответить на них.

Здесь нам открываются бесконечные и весьма заманчивые возможности для всякого рода догадок. Попробуем рассмотреть некоторые из них. Во Вселенной, насчитывающей сто миллиардов солнц, почти любая вероятность становится достоверным фактом — где-нибудь, когда-нибудь... Радио известно нам всего лет шестьдесят, телевидение — и того меньше; пока еще вся наша техника электронной связи, должно быть, невообразимо примитивна. Но даже сейчас радиоволны могут понести через пространства, измеряемые световыми годами, информацию обо всем лучшем в нашей культуре. (Вероятно, мы уже послали туда немало из числа самого худшего...)

Музыка, живопись, скульптура, даже архитектура связаны с образами, легко поддающимися передаче, поэтому здесь особых затруднений не встретится. С литературой дело обстоит гораздо сложнее; ее можно *передать*, но удастся ли нам сделать эту передачу *понятной*, даже если мы предпошлем ей нечто эквивалентное Розетскому камню[1]? Тот факт, что здесь, на Земле, многие писатели и большинство поэтов перестали быть понятными для своих соплеменников, указывает на характер некоторых возможных затруднений.

Впрочем, при любом контакте различных цивилизаций что-то неизбежно утрачивается; гораздо важнее, чтó мы выигрываем при этом. В грядущие века мы, вероятно, войдем в тесный контакт со многими стран-

[1] Плита, найденная в 1799 году в египетском городе Розетта (Рашид). На ней был обнаружен текст, написанный древнеегипетскими иероглифами, так называемыми демотическими письменами, и на греческом языке. Сопоставление трех надписей позволило французскому ученому Шампольону разгадать тайну иероглифов (1822). — *Прим. перев.*

ными и чуждыми существами и будем скептически, восторженно или ужасаясь познавать цивилизации, быть может, более древние, чем сама наша Земля. Некоторые из них уже перестанут существовать: ведь пройдут столетия, пока их сигналы преодолеют пространство, разделяющее нас. Радиоастрономы станут подлинными космическими археологами, читающими надписи и изучающими произведения искусства, творцы которых ушли из жизни еще до постройки египетских пирамид. Впрочем, я назвал слишком скромный срок: радиоволны, приходящие сейчас к нам от звезды в центре Млечного Пути (звездного вихря, на пустынной, отдаленной оконечности которого вращается наше Солнце), начали свой путь примерно за 25 тысяч лет до нашей эры. Когда Тойнби сформулировал свое определение Ренессанса как «контакта между цивилизациями во времени», он вряд ли предполагал, что оно когда-нибудь сможет найти применение в астрономии.

Открытия радиоархеологии могут иметь последствия по меньшей мере столь же важные, как и классические исследования прошлого. Расы, послания которых мы расшифруем и чьи образы сумеем воспроизвести, очевидно, будут отличаться весьма высоким уровнем цивилизации, и влияние их искусства и техники на нашу культуру будет колоссальным. Открытие заново греческой и римской литературы в XV столетии, лавина новых знаний, обрушившаяся на нас после раскрытия тайн проекта «Манхеттен», величие гробницы Тутанхамона, раскопки Трои, опубликование «Математических принципов натуральной философии» Ньютона и «Происхождения видов» Дарвина — все эти очень непохожие друг на друга примеры могут помочь составить отдаленное представление о силе тех побудительных стимулов, того подъема, которые принесет нам раскрытие смысла посланий, нисходивших в течение многих веков на нашу безучастную Землю.

Не все эти послания — и даже скажем прямо, немногие из них — доставят нам радость. Наша гордость будет жестоко уязвлена, когда мы узнаем, — а теперь это лишь вопрос времени, — что наш молодой род стоит где-то внизу на космической шкале разума. Вопреки оптимистическим прогнозам некоторых кругов большинство современных религий не может рассчитывать

на то, что они переживут эти открытия. Утверждение, что «бог создал человека по своему образу и подобию», бывшее одним из основных постулатов христианского вероучения, тикает, как бомба замедленного действия, заложенная под его фундамент. По мере того как перед нами будет медленно раскрываться иерархия Вселенной, нам придется все яснее осознавать леденящий душу факт: если и существуют боги, главным предметом попечения которых является человек, то они не могут быть очень значительными и важными богами.

Всего сказанного вполне достаточно, чтобы утверждать: исследование космоса не может ограничиваться «выстреливанием» людей на околоземные орбиты или фотографированием Луны. Это все лишь приготовления к этой эре открытий, заря которой еще только занимается. Грядущая эра принесет с собой все необходимое для нового Ренессанса; однако мы не можем быть уверены в неминуемости его прихода. Современный период не имеет точных аналогий в истории человечества; прошлое может лишь создавать предпосылки, но оно не в силах твердо указать путь. Чтобы отыскать событие, сколько-нибудь сопоставимое по значению с грядущим устремлением людей в космическое пространство, мы должны углубиться в прошлое намного дальше эпохи Колумба, дальше Одиссея — и даже дальше первого питекантропа. Нам пришлось бы представить себе тот момент, ныне невозвратимо потерявшийся во мгле времен, когда наш общий предок впервые выбрался из моря на сушу.

Ведь именно там, в море, зародилась жизнь, там продолжает по сей день обитать большинство живых существ нашей планеты, свершая несчетное число раз бесконечный и бессмысленный круг рождений и смертей. Только те существа, которые осмелились ступить на чуждую, враждебную им сушу, оказались способными развить разум. Сейчас этот разум стоит перед неизбежностью нового, еще более грозного вызова. Может оказаться, что прекрасная наша Земля всего лишь место краткой передышки на пути между мировым океаном, где мы родились, и звездным океаном, куда мы ныне устремили свои дерзания.

Конечно, немало людей отвергают подобную точку зрения — кто с негодованием, а кто и со страхом.

Задумайтесь над следующей выдержкой из труда Луиса Мамфорда «Превращение человека»:

> «Убожество существования человека будущего достигнет своего кульминационного пункта в межпланетных путешествиях... В этих условиях жизнь вновь ограничится чисто физиологическими функциями — дыханием, питанием и извержением отбросов... В противовес этому древнеегипетский культ мертвых был полон жизненной силы; мумия, лежащая в своем саркофаге, представляет больше признаков полноты человеческого существования, чем космонавт».

Я опасаюсь, что мнение профессора Мамфорда о космических путешествиях страдает некоторой близорукостью и обусловлено современным примитивным уровнем разработки этой проблемы. Но, когда он пишет: «Никто не смеет утверждать, что существование на космическом спутнике или бесплодной поверхности Луны будет сколько-нибудь походить на человеческую жизнь...», он, вполне возможно, сам того не подозревая, высказывает истину. Рыба-консерватор миллиард лет назад тоже могла сказать своим ставшим земноводными сородичам: «Существование на суше нисколько не похоже на рыбью жизнь. Мы останемся там, где живем».

Так они и сделали. И до сих пор остались рыбами.

Вряд ли можно отрицать, что точку зрения профессора Мамфорда разделяют, сознательно или бессознательно, очень многие влиятельные люди в Америке и в Англии, в особенности те представители старшего поколения, которые определяют *деятельность* этих государств. Этот факт подсказывает некоторые мрачные выводы, подкрепляемые успехами русских в освоении космоса. По-видимому, Запад уже переживает тот самый «крах дерзновения», который служит одним из первых признаков отрыва цивилизации от будущего.

Любой человек, обладающий некоторой долей скепсиса и достаточно хорошо информированный, сможет найти обильные подтверждения этому в отчетах по выполнению американской программы освоения космоса. Соперничество между различными службами уже получило печальную известность, а совершенно фантастическая повесть об отношениях между Пентагоном и

Управлением баллистических снарядов американской сухопутной армии (которому крайне неохотно разрешили запустить первый американский спутник) представляет собой почти хрестоматийную иллюстрацию к пословице «Поистине, если боги хотят наказать человека, они прежде всего лишают его разума». В данном конкретном случае пока нет признаков, что боги потрудились напрасно.

Вполне возможно, что структура западного общества вообще непригодна для осуществления усилий, которые необходимы, чтобы завоевать космос. Ни одна страна не может позволить себе отвлекать одареннейших своих граждан на такие нетворческие в своей основе, а иногда и паразитические занятия, как право, реклама и банковское дело. Не может она позволить себе и безудержного расточительства энергии технических кадров, которыми располагает. Не так давно журнал «Лайф» опубликовал фотоснимок, который является вопиющим социальным документом. На нем изображены семь тысяч инженеров, столпившихся вокруг автомобиля, созданного их совместными усилиями и с затратой нескольких сот миллионов долларов. Может наступить момент, когда США, если они не хотят проиграть соревнование в космосе, будут вынуждены приостановить на несколько лет конструирование новых моделей автомобилей, или, что еще лучше, вернуться к старым моделям, наиболее оправдавшим себя (по мнению некоторых авторитетов, это модели 1954 года).

Невзирая на опасности и трудные проблемы нашей эпохи, мы должны быть счастливы, что живем сейчас. Всякая цивилизация в некотором смысле подобна австралийскому сёрферу — спортсмену-пловцу, несущемуся на гребне прибойной океанской волны. Волна, несущая нас, еще только начала свой бег. Те, кому кажется, что она уже спадает, опережают историю на многие столетия. Позади остались рифы, которые мы уже преодолели; под нами — могучая волна, она едва начинает пениться, выгибая гребень все выше и выше над морем...

А что впереди?

Мы не можем сказать: мы еще слишком далеко от берега, нам не видны его очертания. С нас достаточно того, что мы летим вперед, вперед — на гребне волны.

9

ТУДА НАМ НЕ ДОБРАТЬСЯ

В автобиографии писателя XIX века Ричарда Джефриса есть одно сильное, хотя и тяжеловесное, выражение «недосягаемая голубизна цветка небес». Оно запомнилось мне с давних времен. *«Недосягаемая»* — слово, которым мы редко пользуемся сейчас, когда люди добрались до величайших высот и глубин Земли и готовятся к путешествию далеко за пределы нашей планеты. Однако всего лишь сто лет назад земные полюсы были совершенно неизведанными; большая часть Африканского материка оставалась столь же таинственной, как и во времена царя Соломона; ни один человек не погружался в морские воды глубже 20—30 метров и не поднимался в небесные дали выше 1—1½ километров. Мы так сильно шагнули вперед за это короткое время и, бесспорно, так далеко продвинемся в будущем (если человечество сумеет пережить пору своего созревания), что мне хочется поставить один вопрос, который показался бы весьма странным нашим предкам: существует ли где-либо место, которое навсегда останется недосягаемым для нас, каковы бы ни были масштабы научного прогресса в будущем?

Одна «кандидатура» приходит на ум сразу. Всего в шести с половиной тысячах километров от места, где я сейчас сижу, есть пункт, до которого добраться гораздо труднее, чем до обратной стороны Луны или, если уж на то пошло, и до обратной стороны Плутона. От вас этот пункт находится тоже в шести с половиной тысячах километров. Вы уже, наверное, догадались, что я имею в виду центр Земли.

Принося глубочайшие извинения Жюлю Верну, я вынужден все же заявить, что через кратер вулкана

Снеффельс[1] в этот весьма интересный пункт попасть нельзя. По существу, через любую систему кратеров, пещер, туннелей — как естественных, так и искусственных — нельзя опуститься под землю глубже чем на три — три с половиной километра. Самая глубокая шахта достигла отметки всего два с лишним километра.

Как и на море, давление под поверхностью Земли нарастает с глубиной в результате воздействия веса вышележащих слоев пород. Поверхностные породы нашей планеты приблизительно втрое плотнее воды, поэтому и давление по мере углубления возрастает в три раза быстрее, чем под водой. Когда батискаф «Триест» опустился на дно Марианской впадины, на глубину более 11 километров под поверхностью Тихого океана, давление там достигало более тысячи атмосфер на каждый сантиметр поверхности сферической наблюдательной камеры; поэтому стенки камеры пришлось сделать из стали толщиной 12 сантиметров. Под землей такая величина давления будет отмечена уже на глубине всего три с небольшим километра, а это ведь только ничтожная царапинка на поверхности нашей планеты.

В центре Земли давление, по ориентировочным подсчетам, должно достигать примерно 3,5 миллиона атмосфер — в три тысячи раз больше давления, испытанного батискафом «Триест».

Под действием такого давления горные породы и металлы становятся текучими, как жидкости. Кроме того, по мере углубления в толщу Земли температура неизменно повышается, достигая в центре земного шара, вероятно, более 3000° С. Отсюда с очевидностью явствует: не следует рассчитывать, что мы обнаружим готовую дорогу к сердцу нашей планеты. Что касается прежнего представления о пустотелой структуре Земли (некогда выдвигавшегося в качестве серьезной научной теории), то оно должно быть — не без сожаления — отвергнуто вместе с целым ворохом «подземных фантазий» вроде «В сердце Земли» Эдгара Берроуза.

[1] Герои романа Жюля Верна «Путешествие к центру Земли» достигли предельных глубин нашей планеты, спустившись в кратер вулкана Снеффельс (Исландия). — *Прим. перев.*

Максимальная глубина, которой достигли буровыми скважинами нефтяные компании (самые настойчивые исследователи земных недр), составляет пока что немногим более восьми километров. Это всего лишь четверть толщины твердой земной коры, которая равна под континентами около 35 километров. Под океанами кора значительно тоньше, и сейчас разрабатывается проект бурения скважины сквозь нее (так называемый проект «Мохол») для получения образцов материала, на котором эта кора плавает.

Обычно для бурения глубоких скважин применяют долото, укрепленное на конце тысячеметровой, свинченной из труб, буровой колонны, которая приводится во вращение двигателем, расположенным на поверхности Земли. По мере углубления скважины все больше и больше энергии теряется на трение о ее стенки, а на подъем и опускание километров труб всякий раз, когда нужно сменить долото, затрачиваются многие часы.

Более новые способы бурения исключают необходимость трубчатых буровых колонн; двигатель, электрический или гидравлический, укрепляется на самом долоте. Русским принадлежит приоритет в этой области; ими также разработан бур, который можно назвать ракетным,— он прожигает скважину струей пламени кислородно-керосиновой смеси, при горении которой достигается температура свыше 3000° С. Используя один из таких новых методов, мы сможем пройти скважину глубиной 15—16 километров, затратив на это несколько миллионов долларов, и углубиться почти на половину толщины земной коры, или на $^1/_{400}$ радиуса Земли.

Но пробурить скважину диаметром 150 миллиметров — это еще не значит исследовать подземные толщи, так что давайте рассмотрим некоторые другие, более волнующие возможности. Русские горные инженеры уже построили механических кротов, управляемых человеком, для проходки туннелей на небольших глубинах. Они очень похожи на то устройство, с помощью которого герой романа Берроуза добрался до Пеллюцидара — мира, расположенного в центральной части земного шара. Проблема уборки грунта при проходке решена точно так же, как ее решает обыкновенный крот: грунт, разрыхляемый головной фрезой, уплотняется и вдавливается в стенки туннеля.

Механический крот даже в сравнительно мягком грунте перемещается довольно медленно, так как за ним тянется электрокабель и часто приходится менять буровой механизм. Чтобы «Земной зонд» мог рассчитывать на проникновение куда-нибудь поглубже, мы должны применить совершенно новый принцип проходки и обеспечить подачу значительного количества энергии.

Источником энергии при работе под землей могут служить ядерные реакции: они уже несут такую службу под водой. Что же касается метода разработки пород, то здесь опять русские (которые, по-видимому, заинтересованы в подземных исследованиях не меньше, чем в космических) предложили одно решение. Они используют высокочастотные токи для чисто термического разрушения горных пород. Скорость прокладки пути сквозь толщу Земли посредством электрической дуги зависит только от подачи энергии. С этой задачей может справиться и ультразвук; сейчас он уже используется в малых масштабах для сверления особо твердых материалов, не поддающихся обработке обычными инструментами.

Атомный «подземоход», управляемый человеком, — неплохой предмет размышлений для любого клаустрофоба [1]. В большинстве случаев нет смысла сажать в него человека. Так или иначе человеку все равно придется рассчитывать только на приборы — его собственные органы чувств окажутся бессильными. Все научные наблюдения и сбор образцов можно провести автоматически по предварительно разработанной программе. Кроме того, без экипажа, нуждающегося в питании и кислороде, машина будет работать намного дольше. Она могла бы неделями, месяцами странствовать в сердцевине Гималаев или под дном Атлантического океана, прежде чем направиться домой с грузом накопленных сведений.

Глубина, на которую удается проникнуть такому зонду, ограничена давлением, которому должны противостоять его стенки. Этот предел давления, пожалуй,

[1] Клаустрофобия — болезненное чувство страха, возникающее у отдельных людей при попадании в замкнутое, ограниченное пространство. — *Прим. перев.*

мог бы быть весьма высоким, если тело зонда сделать монолитным, а пустоты, оставленные внутри, заполнить жидкостью для обеспечения дополнительной прочности. Это, кстати, еще один довод против экипажа, состоящего из людей.

В лабораторных условиях сейчас достигнуты давления порядка четверти миллиона атмосфер [1]; эта цифра соответствует давлению на глубине 650 километров под поверхностью Земли. Отсюда отнюдь не вытекает, что мы можем построить машины, способные углубиться на 650 километров, но цифра в десять раз меньшая, по-видимому, не выходит за пределы возможного. Высокие температуры — менее серьезная проблема; кроме отдельных горячих точек, наподобие вулканов, температуры в земной коре не превышают 300—400° С. Таким образом, можно предполагать, что в последующем мы, если пожелаем, сумеем исследовать большую часть толщи земной коры с помощью машин, которые представляются осуществимыми в свете современного состояния техники.

Как ни трудны проблемы непосредственного исследования внешних слоев толщи Земли, они ничтожны в сравнении с теми, которые возникнут, если мы вознамеримся добраться до *мантии,* лежащей под земной корой до глубины три тысячи километров, или *ядра,* находящегося под мантией. Современная техника нам в этом помочь не может; все материалы и виды энергии, какими мы располагаем, безнадежно слабы и неспособны противостоять комбинированному воздействию температуры три тысячи градусов и давления три тысячи тонн на квадратный сантиметр. В таких условиях полое пространство размером с булавочную головку просуществует какую-нибудь долю секунды, а наипрочнейшие наши металлы не то что станут текучими, как вода, а превратятся в новые, значительно более плотные вещества.

Поэтому исследование более глубоких недр Земли непосредственными физическими методами не может быть осуществлено, если только мы не получим в даль-

[1] В настоящее время в лабораторных условиях по методу так называемых ударных волн достигнуты давления, измеряемые миллионами атмосфер. — *Прим. ред.*

нейшем власть над силами на несколько порядков мощнее тех, какими располагаем сейчас. Однако там, где мы не сможем побывать сами, нам на помощь придут косвенные методы наблюдения.

Увидеть недра Земли с той точностью и определенностью, с какой мы исследуем человеческий организм, было бы замечательным достижением величайшего научного и практического значения. Врачу 1860 года рентгенограмма показалась бы чем-то невероятным; сегодня мы вычерчиваем нечто похожее на грубые рентгенограммы Земли на основе характера распространения волн, возникающих при землетрясениях и взрывах. (Мы умеем производить взрывы такой силы, что от них сотрясается наша планета; не все еще осознали, что самый мощный взрыв природного происхождения, когда-либо отмеченный, — извержение вулкана Кракатáу в 1883 году — может быть воспроизведен большой водородной бомбой [1].)

Наши представления о недрах весьма приближенные, им не хватает детальности; в частности, мы еще ничего не знаем о строении центрального плотного ядра, диаметр которого равен почти 6,5 тысячи километров. Мы не знаем даже, из чего оно состоит. Старая теория о железном ядре за последние годы была несколько скомпрометирована; очень возможно, что оно состоит из каких-нибудь обычных пород, плотность которых превышает плотность свинца за счет колоссальных давлений.

Чтобы исследовать эту зону, необходимы волны, которые проникали бы сквозь твердую толщу Земли с такой же легкостью, с какой рентгеновские лучи проходят сквозь человеческое тело, а свет — через атмосферу, и передавали бы нам информацию, полученную на пути их движения. Но эта идея совершенно абсурдна. Подумайте только: почти 13 тысяч километров непроницаемых скальных пород и металлов отгораживают нас от антиподов!

Впрочем, не торопитесь — подумайте еще. Ведь есть же пусть не волны, а какие-то другие физические сущности, для которых земной шар прозрачен, словно

[1] Замените «большой» на «малой». Таков прогресс за время, прошедшее с момента написания этой главы.

мыльный пузырь. Во-первых, это гравитация; правда, мне еще ни разу не попался физик, который дал бы прямой ответ на вопрос, имеет ли распространение силы тяжести волновой характер, — несомненно, она проходит сквозь толщи Земли с такой легкостью, как будто их и не существует вовсе.

Такой же способностью проникать сквозь любые преграды обладает и нейтрино — своеобразнейшая и самая неуловимая из всех частиц. Преграда из какого-нибудь тяжелого материала, например свинца, задерживает все другие частицы: одни могут проникнуть в толщу свинца всего на несколько сантиметров, другие — на несколько метров. Но нейтрино, эта невероятная частица, не имеющая ни массы, ни заряда (не огорчайтесь: спин у нее все-таки есть), в состоянии пройти сквозь свинцовый экран *толщиной в пятьдесят световых лет* без сколько-нибудь заметного ущерба для себя. Мощные потоки нейтрино пронизывают нашу вроде бы очень твердую планету в то самое мгновение, когда я пишу эти строки, и лишь одна частица из триллиона встречает незначительное сопротивление.

Я не предлагаю применить гравитацию или нейтринные лучи для «фотографирования» ядра Земли; вероятно, их проникающая способность слишком велика для этого — нельзя же запечатлеть предмет с помощью лучей, которые *совершенно свободно* проходят сквозь него. Но, если в природе есть подобные необычайные физические феномены, могут быть и другие, обладающие нужными нам свойствами, и мы сможем применить их, чтобы заснять внутренности нашей планеты, подобно тому как рентгенологи снимают наши внутренние органы.

Проведя такое обследование, мы, вполне вероятно, обнаружим, что в глубочайших недрах Земли ничего особенно интересного нет, — просто однородные слои скальных пород или металлов, плотность которых нарастает по мере приближения к центру. Однако Вселенная почти неизменно оказывается более сложной и удивительной, чем мы предполагаем; вспомните хотя бы, что, когда мы принялись исследовать «пустое» космическое пространство, оно оказалось битком набитым радиоволнами, космической пылью, блуждающими атомами, заряженными частицами и бог знает чем еще.

Если природа верна себе повсюду, мы обнаружим в глубинах Земли нечто такое, что обозрение только издали нас никак не удовлетворит. Нам захочется добраться до него самим.

А это «нечто», возможно, захочет добраться до нас, как я предположил несколько лет назад в рассказе «Огни в недрах». Замысел этого рассказа основан на том факте, что в условиях высоких давлений существуют формы материи столь плотные, что по сравнению с ними обычная скальная порода покажется более текучей, чем воздух. Впрочем, это, пожалуй, грубое преуменьшение: гранит примерно в 2000 раз плотнее воздуха, но «разрушенная материя» в центре звезды-карлика в сто тысяч раз, а в некоторых случаях в десять миллионов раз *плотнее гранита.* Хотя в действительности даже в центре Земли давление слишком мало, чтобы раздавить атомы и довести плотность материи до этих невообразимых величин, я допустил — в чисто беллетристических целях — предположение, что существа, состоящие из такой сверхплотной материи, могут плавать в глубинах Земли, как рыбы в воде. Смею надеяться, что никто не отнесся к этой выдумке более серьезно, чем отношусь к ней я сам, но она может послужить своего рода аллегорией, которая поможет нам подготовиться к восприятию истин почти столь же удивительных, но гораздо более сложных.

Если наши потомки — или их машины — когда-нибудь сумеют погрузиться на большую глубину в расплавленные недра Земли, это, вероятнее всего, будет достигнуто с помощью приемов, разработанных совсем для иных целей и очень далеко от родной планеты. Чтобы попытаться представить себе такие приемы, давайте мысленно перенесемся на некоторое время далеко в космос, к огромной планете Юпитер, которую автоматические исследовательские ракеты будут зондировать, летая вокруг нее, в 70-х годах нашего столетия.

Право же, надоело читать в книгах о космических путешествиях, что Юпитер — это планета, на которую люди, «разумеется», никогда не высадятся. Я не хочу этим сказать, что сам горю желанием отправиться туда. Диаметр Юпитера в одиннадцать раз больше диаметра Земли; поверхность — в сто с лишним раз больше. Если всю нашу планету развернуть на поверхности

Юпитера, она будет выглядеть примерно так, как Индия на нашем глобусе. Но мы еще не составили карт Юпитера — мы никогда не видели его поверхности. Так же как и поверхность Венеры, она постоянно закутана облаками — или чем-то еще, что за неимением лучшего названия мы именуем облаками. Они вытягиваются в широтном направлении и образуют вечно перемещающиеся параллельные полосы вследствие быстрого вращения планеты, и, даже находясь за сотни миллионов километров, разделяющих нас, мы можем наблюдать чудовищной силы бури и возмущения, охватывающие площади, которые превышают размером нашу Землю. Метеорология Юпитера — это наука, основы которой еще даже не заложены. Там, на огромном удалении от Солнца, в ледяных сумерках, атмосфера, состоящая из водорода и гелия, раздирается неведомыми нам силами. Однако, несмотря на все эти конвульсии стихий, некоторые наблюдаемые нами элементы поверхности планеты многие годы подряд умудряются сохранять неизменными свои очертания. Вот уже на протяжении 120, а возможно, даже 300 лет астрономы время от времени наблюдают так называемое Красное пятно — огромное овальное пятно протяженностью около 40 тысяч километров.

Учитывая размеры Юпитера и масштабы природных явлений, разыгрывающихся там, вполне естественно предположить, что его атмосфера намного толще земной и простирается не на сотни, а на тысячи километров. Однако на самом деле это не так; поскольку тяготение Юпитера в два с половиной раза превышает земное, атмосфера этой планеты, вероятно, сжата в слой толщиной всего километров восемьдесят.

В нижней части этого слоя давление должно достигать величин, известных нам на Земле лишь в глубинах океанов. Чтобы проникнуть в атмосферу Юпитера, понадобится не просто космический корабль, а батискаф. На Юпитере может не оказаться ясно выраженной твердой поверхности, пригодной для посадки корабля. Плотность водорода там может увеличиваться постепенно, причем сначала он превращается в жидкую кашицу, а ниже, там, где давление в тысячу раз больше, чем на дне Марианской впадины, — в вещество, твердое как металл.

И все же когда-нибудь люди возьмутся за исследование этого мира. Возможно, это будет одно из величайших свершений XXI века. Юпитер станет лабораторией, в которой мы научимся противостоять особо высоким давлениям, управлять ими, использовать их, и эта работа в дальнейшем, возможно, положит начало развитию новых отраслей промышленности гигантских масштабов (ведь на планете, которая весит в триста раз больше Земли, недостатка в сырье не будет). Когда мы узнаем, что надо делать, чтобы уцелеть, находясь в нижних слоях атмосферы Юпитера, мы будем лучше подготовлены к погружению в недра своей планеты. Главные трудности, подстерегающие нас на Юпитере, — это высокое давление и свирепые ураганы, скорости которых измеряются сотнями километров в час. Нам не придется страдать от жары: в наружных слоях атмосферы температура равна примерно 160° ниже нуля; «на поверхности» она ближе к тропической, хотя пока никто не знает, какова она на самом деле. Если в солнечной системе и имеются районы, недоступные только из-за высокой температуры, то их нужно искать значительно ближе к Солнцу.

Наш выбор, бесспорно, падет на планету Меркурий. Этот маленький мир (диаметр планеты достигает немногим более 4800 километров) не знает смены дня и ночи, потому что одна его сторона всегда обращена к Солнцу, а другая погружена в вечную тьму. В центре освещенного полушария, в этом краю бесконечного полудня, где Солнце вечно висит над головой, температура должна достигать 400—450°. Зато на другой стороне, погруженной в тень, где единственным источником тепла служит слабое излучение звезд, температура никогда не превышает 200° ниже нуля[1]. Конечно, завоевание Меркурия дело нелегкое и при этом погибнет немало людей и будет потеряно немало машин. Однако действительно грозные опасности будут подсте-

[1] Последние исследования радиоизлучения Меркурия показали, что температура темной стороны планеты не опускается ниже 50° С. Эту относительно высокую температуру можно объяснить, не исключающими друг друга причинами: вращением планеты и существованием остаточной атмосферы, способной переносить тепло с освещенной стороны на темную. — *Прим. ред.*

регать нас по мере приближения к огненному ядру Солнца.

Рассмотрим несколько цифр, показывающих, что испытает летящий к Солнцу космический корабль. Вблизи от Земли температура корпуса корабля была вполне терпимой — около 15° выше нуля. По мере удаления от нее температура вначале будет нарастать очень медленно. Когда корабль минует Венеру (108 миллионов километров от Солнца), его корпус нагреется до 55°; когда он выйдет на орбиту Меркурия (58 миллионов километров от Солнца), температура корпуса поднимется до 100°. Выше 500° корпус корабля нагреется лишь тогда, когда мы приблизимся к Солнцу на 16 миллионов километров. На расстоянии вдвое меньшем, 8 миллионов километров, корпус уже будет накален до 1000°, а на расстоянии 1600 километров от Солнца температура возрастет до 2500°, причем корабль будет находиться всего в 800 тысячах километров от поверхности Солнца, где температура равна примерно шести тысячам градусов.

Уже сейчас известны материалы, остающиеся твердыми при температурах выше 3000°; так, графит начинает испаряться при температуре около 3500°, карбид гафния сохраняет стойкость до 4000° — это, насколько мне известно, пока непревзойденный рекорд. Следовательно, мы могли бы послать ракету с последней ступенью из карбида гафния, с тем чтобы она приблизилась к Солнцу на полтора миллиона километров, и рассчитывать, что эта ступень возвратится на Землю. Зонды с приборами, хорошо защищенные несколькими слоями медленно испаряющегося тугоплавкого материала, могут даже достичь поверхности Солнца, прежде чем они разрушатся.

Но главный вопрос в другом: каково безопасное расстояние, на которое может подойти к Солнцу корабль с экипажем из людей? Ответ на этот вопрос зависит от мастерства и изобретательности конструкторов холодильных установок. Лично я полагаю, что 8 миллионов километров — расстояние, вполне достижимое даже для космического корабля с экипажем.

Есть одна уловка, которой мы можем воспользоваться, чтобы приблизиться к Солнцу без всякой (точнее, почти без всякой) опасности. Заключается она в том,

что можно воспользоваться подходящим астероидом или кометой в качестве, так сказать, зонтика; из всего, что мы знаем сейчас, наиболее пригодная для этой цели небольшая летающая гора, вполне уместно нареченная именем Икар.

Эта малая планета каждые тринадцать месяцев проходит очень близко от Солнца — на расстоянии всего 27 миллионов километров. Время от времени она проходит совсем близко от нас — в 1968 году ее будет отделять от Земли лишь 6,4 миллиона километров.

Икар представляет собой неправильной формы скалистую глыбу размером от 1,5 до 3 километров в поперечнике. В перигелии, под Солнцем, которое выглядит в тридцать раз большим, чем с Земли, поверхность этого крохотного мирка может накаливаться до температур порядка 600°. Но он отбрасывает конус тени в пространство, и под прикрытием этой тени космический корабль может безопасно облететь вокруг Солнца.

В рассказе «Лето на Икаре» я описал, каким способом ученые могли бы пуститься в подобное головокружительное путешествие, чтобы подобраться вместе со своими приборами поближе к Солнцу, причем наше светило не сумеет опалить их своими лучами, пока они будут оставаться на холодной стороне астероида, защищенные полуторакилометровой толщей скалы. Хотя можно было бы сконструировать искусственную теплоизоляцию, наподобие той, которую несет современная головная часть ракеты, рассчитанная на возврат в атмосферу, пройдет еще много лет, пока мы сумеем создать такую надежную защиту, какую Икар может предоставить нам, не потребовав особых затрат. Ведь эта малая планета, как она ни мала, весит, должно быть, около десяти миллиардов тонн.

Возможно, другие астероиды еще ближе подходят к Солнцу; если таких не найдется, то в свое время мы заставим нужный нам астероид приблизиться к Солнцу, «подтолкнув его в бок» в соответствующей точке его орбиты. Тогда ученые, укрывшись поглубже под его поверхностью, смогут стремительно промчаться сквозь солнечную атмосферу и снова унестись в космическое пространство после головокружительного крутого поворота.

Любопытно прикинуть, сколько времени займет такая «поездка». Наше Солнце сравнительно небольшая звезда: его окружность равна «всего» пяти миллионам километров. Спутник, орбита которого проходит непосредственно за пределами солнечной атмосферы, должен иметь скорость 1,6 миллиона километров в час, чтобы совершить полный оборот вокруг Солнца за три часа.

Комета или астероид, падающие в направлении Солнца с расстояния, равного удалению Земли в точке ближайшего подхода к Солнцу, будут двигаться несколько быстрее — примерно со скоростью два миллиона километров в час; поэтому они совершат пируэт вокруг Солнца за час с небольшим, прежде чем вновь устремиться в космическое пространство. Даже если при этом обратится в пар несколько мегатонн скальных пород, наблюдатели и приборы в толще астероида останутся целы, при условии, конечно, что не будет допущено какой-нибудь «навигационной» ошибки и астероид не внедрится слишком глубоко в солнечную атмосферу и не сгорит от трения, как уже сгорели многие искусственные спутники Земли.

Вот это было бы путешествие! Попробуйте вообразить, как вы молнией проноситесь высоко над центром гигантского солнечного пятна — колоссального зияющего кратера диаметром полторы сотни тысяч километров, через который, подобно мостам, перекинулись языки пламени таких размеров, что наша Земля могла бы катиться по ним, как детский обруч по тротуару. Взрыв самой мощной водородной бомбы прошел бы незамеченным в этом аду, откуда со скоростью в сотни километров в секунду вырываются облака раскаленных газов размером в добрый земной континент и уносятся навеки в мировое пространство.

Рэй Бредбери в своем рассказе «Золотые яблоки Солнца» описал спуск космического корабля в солнечную атмосферу для взятия пробы солнечной материи (кстати, мы теперь уже знаем, что она содержит 90% водорода, 10% гелия и ничтожные следы всех других элементов). Когда я впервые прочитал этот рассказ, то отнесся к нему как к очаровательной фантазии и не более. Теперь я не столь твердо уверен в правильности этого моего мнения. В известном смысле мы уже до-

тянулись до Солнца, прикоснулись к нему: в 1959 году мы установили с ним радиолокационный контакт (всего одно поколение назад это показалось бы совершенно невозможным). Теперь уже не представляется совершенно немыслимым — благодаря развитию новой науки, физики плазмы, родившейся в последнее десятилетие, — и непосредственное физическое приближение к Солнцу.

Физика плазмы, известная также под замысловатым названием магнитогидродинамики, занимается изучением свойств сильно нагретых газов в магнитном поле. Благодаря ей мы уже научились создавать в лабораторных условиях температуры порядка десятков миллионов градусов; в конечном счете она может привести нас к решению задачи извлечения неисчерпаемой энергии реакции синтеза водорода. Я предполагаю, что, когда мы по-настоящему овладеем законами этой еще только нарождающейся науки, она позволит нам создавать такие магнитные или электрические заслоны, которые обеспечат защиту против высоких температур и давлений, гораздо более эффективную, чем стены из монолитного металла. Старая идея научной фантастики о непроницаемом силовом поле, возможно, перестанет оставаться всего лишь мечтой; может быть, необходимость заставит нас открыть подобное поле как единственную реальную защиту против межконтинентальных баллистических ракет. Овладев такими возможностями, мы получим ключ не только к недрам Земли, но и к недрам Солнца. И, вероятно, как это отмечается в главе 12, к чему-нибудь еще более значительному.

В поисках недосягаемого мы унеслись воображением в странные, чуждые, враждебные человеку места. Центр Земли, атмосфера Юпитера, поверхность Солнца пока что, бесспорно, недосягаемы для современной техники, но я привел доводы, позволяющие считать, что они не всегда будут недоступны для нас, если мы действительно захотим туда попасть. Здесь я должен оговориться, что мы в своих рассуждениях отнюдь не исчерпали все неожиданные сюрпризы, которыми так богата Вселенная. Если вы не устали, мы нанесем с вами еще один визит.

Я уже говорил о звездах-карликах: это крохотные солнца, находящиеся на последней стадии звездной эволюции. Некоторые по объему меньше Земли, хотя в них и втиснута вся материя нормальной звезды. Сами атомы, из которых они состоят, разрушены, сплющены в результате колоссального давления, и плотность вещества в них в миллионы раз превышает плотность воды. Кубический сантиметр вещества таких звезд весит более шести тонн.

Хотя большинство карликов раскалено до красного или белого каления, теоретически возможны и холодные, черные карлики. Они являют собой самую последнюю ступень развития звезд; обнаружить их чрезвычайно трудно, поскольку они, подобно планетам, не излучают собственного света и их можно наблюдать лишь при отражении чужого света или когда они затмевают какое-либо другое небесное тело. Поскольку наша Галактика еще очень молода (ей немногим более 25 миллиардов лет), вполне вероятно, что ни одна из ее звезд не достигла последней стадии развития и не стала черным карликом, хотя когда-нибудь придет и их черед.

Такие «звездные трупы» будут принадлежать к числу самых замечательных (и самых мрачных) объектов Вселенной. Сочетание огромной массы с ничтожными размерами и обусловит существование на них гравитационных полей колоссальной мощности — в миллион раз мощнее, чем на Земле. Мир, в котором господствует такая тяжесть, должен быть идеально сферической формы: никакие горы и холмы не смогли бы подняться над его поверхностью больше чем на несколько миллиметров, а толщина атмосферы составляла бы всего несколько метров.

При тяжести в миллион раз больше земной все тела, даже из крепчайшего металла, под воздействием собственного веса стали бы текучими, как жидкость, и растеклись бы в тонкую пленку. Человек в таких условиях весил бы столько же, сколько на Земле весит огромный морской лайнер; он расплющился бы под собственной тяжестью так быстро, что его разрушение нельзя было бы проследить невооруженным глазом: оно произошло бы менее чем за 0,001 секунды. Падение с высоты *один сантиметр* на звезде-карлике эквива-

лентно в земных условиях падению с вершины Эвереста до уровня моря.

И все же, несмотря на мощнейшее гравитационное поле, можно было бы приблизиться к подобному небесному телу даже на несколько сот метров. Космический корабль или космический зонд, запущенный по достаточно точно рассчитанной орбите, мог бы, во всяком случае теоретически, стремительно обернуться вокруг него, подобно тому как кометы проносятся вокруг Солнца.

Если бы вы находились на таком корабле, вы ничего особенного не почувствовали бы даже в момент максимального сближения. Под воздействием ускорения, равного миллиону g, вы оставались бы в состоянии полной невесомости, потому что совершали бы свободное падение. Проносясь над самой поверхностью умирающей звезды, корабль достиг бы максимальной скорости — 40 миллионов километров в час; затем он ушел бы снова в космическое пространство, ускользнув от тяготения звезды-карлика.

А возможна ли *посадка* на звезду-карлик? Что ж, вполне возможна, при условии что мы примем два допущения, ни одно из которых не нарушает каких-либо известных физических законов. Во-первых, нам понадобятся двигатели, в несколько миллионов раз более мощные, чем современные; во-вторых, потребуется абсолютно надежное и совершенное средство нейтрализации тяжести, которое ослабит сокрушительное внешнее поле в миллион раз. Если хотя бы 0,001 процента такой страшной гравитации «просочится» в корабль, его экипаж будет раздавлен. Конечно, люди не успеют даже ничего почувствовать: все кончится так быстро, что нервные клетки не успеют среагировать.

Мир черного карлика настолько необычен, что его трудно представить себе даже мысленно. Гравитационное поле изменит саму геометрию пространства, свет уже не будет распространяться по идеальной прямой, и его лучи подвергнутся заметному искривлению. Сейчас не стоит и гадать, какие еще искажения могут там встретиться, — это и есть одна из причин, которые побудят нас отправиться на такую звезду, если подобное путешествие когда-нибудь станет возможным.

При нашей жизни люди уже сумели взглянуть сквозь иллюминаторы батискафа на отделенную от них всего несколькими сантиметрами среду, в которой они были бы мгновенно расплющены давлением, достигающим одной тонны на каждый квадратный сантиметр поверхности их тел. Это замечательное достижение, торжество человеческого мужества и технического мастерства. Пройдут сотни лет, и где-то в далях, находящихся на расстоянии многих световых лет от Земли, люди, может быть, взглянут через иллюминаторы на еще более жестокий мир звезды-карлика.

И, должно быть, странно будет чувствовать себя человек, глядя на гладкую, геометрически совершенно правильную поверхность, расстилающуюся по ту сторону защитного компенсационного поля корабля, и сознавая, что в переводе на условия слабой земной гравитации он по весу стал великаном ростом больше полутора тысяч километров.

10

ЕГО НЕПОБЕДИМОСТЬ КОСМОС

Человек никогда не завоюет космическое пространство. После всего, что было сказано в предыдущих двух главах, это утверждение может показаться смехотворным. И все-таки оно выражает истину — истину, которую знали наши предки, которую мы забыли, а наши потомки должны будут с болью в сердце постичь вновь.

Наш век необычаен во многих отношениях, он насыщен событиями и явлениями, которые не имеют прецедентов в истории человечества и которые никогда более не повторятся. Под их влиянием в нашем мышлении произошла некая аберрация; мы уверовали, что истинное сегодня останется истинным навсегда, хотя масштабы приложения этих истин может быть еще более возрастут. Так, победив расстояния на нашей планете, мы полагаем, что сумеем проделать нечто подобное и в дальнейшем. Однако факты говорят совсем о другом; мы лучше поймем это, если на время забудем о настоящем и мысленно обратимся к прошлому.

Для наших предков необозримость Земли была непреложной истиной, направлявшей их мышление и господствовавшей над их жизнью. Во все века, предшествовавшие нашему времени, мир казался действительно огромным и человек за свою жизнь мог увидеть воочию лишь ничтожную часть его бескрайних просторов. Сотни, самое большее тысячи километров казались уже чуть ли не бесконечностью. Великие империи и цивилизации могли процветать на одном и том же континенте, не зная ничего друг о друге, кроме того, что приносили легенды и слухи, настолько туманные, будто они исходили с отдаленной планеты. Когда первопроходцы и искатели приключений в былые времена

покидали свой очаг, отправляясь на поиски новых земель, они навсегда прощались с родными местами и друзьями юности. Еще в прошлом поколении родители прощались со своими сыновьями и дочерьми, уезжавшими в эмиграцию, в полной уверенности, что уже никогда не увидятся с ними.

И вот теперь, за срок, равный всего одной человеческой жизни, все невообразимо переменилось. Над морями, по которым Одиссей странствовал добрый десяток лет, реактивный самолет, курсирующий на линии Бейрут — Рим, проносится за какой-нибудь час, а спутники, запущенные на ближайшие околоземные орбиты, преодолевают расстояние между Троей и Итакой меньше чем за минуту.

Психологически для нас уже нет на Земле отдаленных мест, и это соответствует действительности. Когда наш друг уезжает в страну, раньше считавшуюся далекой, у нас уже не возникает того чувства вечной разлуки, которое печалило наших предков, — даже если он совсем не собирается вернуться к нам. Мы знаем: на реактивном лайнере можно прилететь к нему за несколько часов, а чтобы услышать его голос, достаточно лишь протянуть руку к телефону. Пройдет еще несколько лет, и всемирная система связи с помощью искуственных спутников Земли позволит нам видеть лица друзей, живущих на противоположной стороне земного шара так же легко, как сейчас переговариваются между собой люди, находящиеся в разных концах города. Тогда расстояния в мире перестанут сокращаться, потому что он станет, можно сказать, точкой, не имеющей размеров.

Однако мы не должны рассчитывать, что новая сцена, куда теперь переносится действие драмы человечества, будет так же сокращаться в размерах, как это случилось со старой. Мы уничтожили расстояния здесь, на маленькой Земле, но с пространством, зияющим меж звездами, нам придется считаться всегда. И вновь, как в те дни, когда звучал голос Гомера, человечество стоит лицом к лицу перед необъятностью Вселенной, перед ее устрашающим величием, перед перспективами, от которых захватывает дух, и препятствиями, вселяющими ужас. Из мира, который стал слишком мал, мы перемещаемся в мир, который всегда будет слишком

велик, — в мир, границы которого всегда будут удаляться от нас быстрее, чем мы сможем придвигаться к ним.

Рассмотрим вначале весьма скромные межпланетные расстояния в пределах нашей солнечной системы, которые мы сейчас готовимся штурмовать. Уже самый первый «лунник» надо рассматривать как существенный успех в этом штурме — он удалился более чем на 320 миллионов километров от Земли, то есть в шесть раз дальше расстояния от Земли до Марса. Когда человечество сумеет использовать для космических полетов ядерную энергию, солнечная система начнет как бы сужаться, пока не станет для него лишь немногим просторнее сегодняшей Земли. Путешествие к самой отдаленной планете займет, вероятно, не более недели, а полет до Марса и Венеры продлится всего несколько часов.

Это будет достигнуто на протяжении ближайшего столетия. На первый взгляд может показаться, что солнечная система превратится тогда в уютный, родной уголок Вселенной, а планеты-гиганты вроде Сатурна и Юпитера займут в наших представлениях почти такое же место, какое занимают сейчас Африка и Азия. (Качественные различия в климате, атмосфере и гравитации, хотя они и весьма существенны, в данном случае нас не интересуют.) В какой-то мере это, может быть, и верно, однако, как только мы выйдем за пределы орбиты Луны (а это всего четыреста тысяч километров от Земли), мы столкнемся с первым из барьеров, которые отрежут Землю от ее детей, рассеянных по солнечной системе.

Чудодейственную телефонную и телевизионную сеть, которая вскоре покроет всю Землю и сделает всех людей соседями, нельзя продлить в космическое пространство. С человеком, находящимся на другой планете, *никогда нельзя будет разговаривать.*

Не истолкуйте это утверждение превратно. Даже при современных радиотехнических средствах передача речи на другие планеты никаких особых трудностей не составит. Но радиосигналам потребуется несколько минут, а в некоторых случаях — и несколько часов, чтобы достичь соответствующей планеты — ведь радиоволны и световые волны распространяются с одной и той же

ограниченной скоростью — 300 000 километров в секунду. Лет через двадцать техника предоставит вам возможность услышать речь вашего друга, находящегося на Марсе. Но слова, которые вы услышите, будут произнесены по меньшей мере на три минуты раньше, и столько же времени понадобится на то, чтобы до него дошел ваш ответ. В таких условиях можно обмениваться устными сообщениями, но разговаривать, увы, нельзя. Даже если ваш собеседник находится на Луне, сигнал будет запаздывать на две с половиной секунды, и разговор станет очень утомительным. А на расстояниях более полутора миллионов километров переговоры вести окажется просто невозможно.

Для нашей культуры средства связи с мгновенной передачей сигналов стали заурядным явлением, неотъемлемым элементом цивилизованной жизни. На людей, привыкших к этому, «временной барьер» может оказать глубочайшее психологическое воздействие. Он будет служить вечным напоминанием о тех всеобщих законах и ограничениях, которые наша техника никогда не преодолеет, ибо надо считать неоспоримым, что ни один сигнал, ни тем более материальное тело не может двигаться быстрее света.

Скорость света, неотъемлемо связанная с самой структурой пространства и времени, представляет собой абсолютный предел скорости. В узких рамках солнечной системы это нам особенно мешать не будет, если только мы примиримся с задержками в связи, проистекающими именно из этого обстоятельства. В самом худшем случае запаздывание сигналов будет равняться примерно одиннадцати часам: столько времени нужно земному радиосигналу, чтобы достичь орбиты самой удаленной из планет, Плутона. При связи между тремя «соседствующими» мирами — Землей, Марсом и Венерой — задержка не будет превышать двадцати минут; она не может серьезно помешать обмену коммерческой или административной информацией, зато более чем достаточна, чтобы нарушить тот личный зрительно-слуховой контакт, который создает эффект непосредственного общения с друзьями на Земле, где бы они ни находились.

Но стоит нам только выйти за пределы солнечной системы, как мы столкнемся с космической действи-

тельностью совершенно иного порядка. Даже сегодня многие в общем-то образованные люди не могут постичь — подобно тем дикарям, которые умеют считать только до трех, а все числа больше четырех смешивают в одну кучу, — глубочайшего различия между *околосолнечным* и *межзвездным* космическим пространством. Первое — это пространство, окружающее соседние с нами миры, планеты; второе — пространство, окружающее далекие солнца, звезды. *Оно буквально в миллионы раз больше.*

В наших земных делах такого крутого скачка масштабов не бывает. Чтобы мысленно представить себе расстояние до ближайшей звезды в сравнении с расстоянием до ближайшей планеты, вообразите себе мир, в котором ближайший от вас предмет находится на расстоянии всего лишь одного метра, а следующий удален на тысячи километров.

Многие консервативные ученые, устрашенные бескрайностью этих космических пустынь, отвергают всякую возможность их преодоления когда-либо. Воистину некоторые люди не способны извлекать уроки из истории: шестьдесят лет назад они иронизировали по поводу возможности полета аппаратов тяжелее воздуха, десять (и даже пять!) лет назад издевались над идеей межпланетных путешествий, а сегодня совершенно твердо убеждены, что звезды навсегда останутся для нас недосягаемыми. Они и тут опять заблуждаются, потому что не сумели усвоить важнейший урок истории нашего века: если что-либо теоретически возможно и не противоречит фундаментальным научным истинам, то рано или поздно это будет осуществлено.

Когда-нибудь, — может быть, уже в этом веке, может быть, через тысячу лет — человечество откроет действительно эффективные источники движущей силы для космических кораблей. Всякое техническое средство обязательно проходит все стадии усовершенствования до максимального предела (если оно не вытесняется чем-то более совершенным). Таким пределом для скорости космических полетов всегда будет скорость света. Эта скорость недостижима, но очень близко к ней наши космические корабли обязательно подойдут. И тогда полет от Земли до ближайшей звезды потребует менее пяти лет.

Наши корабли-разведчики будут улетать все дальше и дальше от своего дома, непрерывно расширяя сферу исследованного космического пространства. Радиус этой сферы будет расти почти со скоростью света (но никогда не достигнет ее). Пять лет до Альфы Центавра, десять — до странной двойной звезды Сириус, одиннадцать — до волнующе-загадочной 61 Лебедя, звезды, предположительно обладающей планетной системой. Эти перелеты будут долгими, но они возможны, и это главное. Человек всегда с готовностью платил любую цену за право исследовать и открывать, а за исследование космического пространства надо платить временем.

Когда-нибудь люди попытаются совершить и такие путешествия, которые будут длиться сотни, даже тысячи лет. Анабиоз, безусловно, осуществим и может стать решающим средством реализации дальних межзвездных перелетов. Другое решение преблемы — полностью автономные космические ковчеги, крошечные странствующие миры. Они позволят осуществлять невообразимо долгие путешествия, на протяжении которых одни поколения космонавтов будут сменяться другими. Предсказанный теорией относительности знаменитый эффект замедления хода времени, согласно которому для путешественника, летящего с субсветовой скоростью, время движется гораздо медленнее, может послужить основой для третьего решения [1]. Существуют еще и другие пути.

Располагая столь многими теоретическими возможностями осуществления межзвездных перелетов, можно не сомневаться, что по меньшей мере одна из них будет осуществлена на практике. Вспомним историю атомной бомбы; теория подсказывала три различных способа ее создания, причем никто не знал, какой из них лучше. Были испробованы все три — и все три привели к цели.

Поэтому, заглядывая в будущее, мы можем представить себе картину медленного (немногим менее миллиарда километров в час!) распространения человеческой деятельности за пределами солнечной системы,

[1] См. главу 11, в которой сделана попытка если не объяснить этот эффект, то хотя бы убедить в его существовании.

среди звезд, рассеянных в той части Галактики, где мы находимся ныне. Эти звезды-солнца удалены друг от друга в среднем на пять световых лет; иными словами, мы никогда не сможем добраться от одного солнца до другого меньше чем за пять лет.

Чтобы лучше уяснить себе, что это значит, обратимся к земной аналогии. Вообразите обширный океан, усеянный островами. Часть этих островов пустынна, часть, возможно, обитаема. На одном из островов живет племя энергичных людей, только что постигших искусство кораблестроения. Эти люди готовятся исследовать океан, но вынуждены считаться с двумя неумолимыми фактами: путешествие до ближайшего острова будет продолжаться пять лет и никакие усовершенствования конструкции кораблей не в силах сократить это время.

Посмотрим же, чего могут достичь островитяне в этих условиях: ведь именно в таком положении окажемся и мы в недалеком будущем. Через несколько столетий они сумеют основать колонии на ближайших островах и бегло обследовать многие другие острова. Дочерние колонии в свою очередь смогут посылать в океан пионеров-разведчиков. Так возникнет своего рода цепная реакция распространения исходной культуры на все расширяющиеся пространства океана.

Разберемся теперь в последствиях неизбежного и непреодолимого «временно́го барьера». Контакты между островной родиной и ее колониями будут крайне ограниченными и слабыми. Посланцы, возвратившиеся из путешествия в ближайшую колонию, смогут сообщить о том, что происходило там целых пять лет назад. Им никогда не удастся доставить более свежую информацию, а донесения с удаленных островов будут уходить в прошлое еще глубже — может быть, даже на столетия. Таким образом, с других островов будут поступать не новости в точном смысле слова, а лишь исторические сведения...

Никакой повелитель морской стихии — Александр или Цезарь — не сумеет создать империю, простирающуюся за пределы коралловых рифов, окружающих его собственный остров; он умрет раньше, чем до его наместников дойдут высочайшие распоряжения. Управлять удаленными островами каким бы то ни было способом будет совершенно невозможно, и на этом

кончаются все аналогии с историей человечества. Именно по этой причине научно-фантастические рассказы о межзвездных империях и заговорах становятся чистейшим вымыслом, лишенным всякой реальной основы. Попытайтесь представить себе, как протекала бы американская война за независимость, если бы известия о событиях, происшедших, скажем, в 1776 году, пришли в Англию лишь к тому времени, когда стала править королева Виктория и Дизраэли стал премьер-министром, а его срочные инструкции о том, как поступать в сложившейся ситуации, достигли бы Америки, когда Эйзенхауэр был повторно избран президентом. Этого сравнения достаточно, чтобы показать абсурдность всей концепции межзвездного правительства и единой межзвездной цивилизации.

Все грядущие инозвездные поселения будут независимыми, хотят они этого или не хотят. Их свободу надежно защитят время и пространство. Им придется идти своим путем и решать свою судьбу без помощи и вмешательства со стороны матери-Земли.

А теперь переведем наш разговор на другой уровень и рассмотрим одно очевидное возражение. В самом деле, можно ли с уверенностью утверждать, что скорость света — действительно предел скорости. Ведь в прошлом такое множество «непреодолимых» барьеров уже рухнуло; может быть, и этот разделит участь остальных?

Не будем спорить по этому поводу, не будем приводить аргументы ученых, которые убеждены, что ни один вид излучения, никакие материальные тела никогда не обгонят свет. Вместо этого попробуем предположить обратное и посмотрим, к чему это нас приведет. Рассмотрим самый крайний случай: допустим, что скорость перемещения в пространстве когда-либо станет бесконечной.

Представим себе время, когда развитие техники настолько превзойдет нынешний ее уровень, насколько транзисторный приемник превосходит каменный топор, и мы обретем возможность добираться до любого места *мгновенно* с той же легкостью, с какой мы набираем номер на диске телефона. Это действительно предельно сузит Вселенную и сведет ее физическую необъятность к нулю. Но что же тогда останется?

Так вот, останется все — все, что сколько-нибудь важно по-настоящему. Ибо облик Вселенной характеризуется двумя аспектами — ее масштабами и ошеломляющей, подавляющей разум сложностью. Устранив первый аспект, мы лицом к лицу столкнемся со вторым. Его-то нам и предстоит сейчас рассмотреть.

Попытаемся же теперь представить себе не размеры Вселенной, а *количество* объектов в ней. Большинство людей в наше время знакомы с простой системой записи больших чисел, которой пользуются ученые; ее сущность заключается просто-напросто в счете нулей: «сто» записывается как 10^2, «миллион» — как 10^6, «миллиард» — как 10^9 и так далее. Этот полезный прием позволяет нам легко работать с числами любой величины. Даже военный бюджет выглядит достаточно скромным, когда его сумму запишут как $5{,}67 \cdot 10^9$ долларов — вместо 5 670 000 000 долларов.

Число солнц в нашей Галактике (в том вихревом скоплении звезд и космической пыли, на окраине которого, в одной из самых отдаленных, спирально изогнутых ветвей находится наше Солнце) приближенно равно 10^{11}, или, если записать полностью, 100 000 000 000. Наши современные телескопы позволяют наблюдать примерно 10^9 других галактик. Нет никаких признаков того, что где-то, даже на предельном удалении, доступном для наблюдения, галактики располагаются реже. Вероятно, во всей Вселенной по меньшей мере столько же галактик, сколько в нашей Галактике звезд; впрочем, давайте ограничимся только теми галактиками, которые доступны обозрению. Число звезд в них в общей сложности равно примерно $10^{11} \cdot 10^9$, или 10^{20}.

Единица с двадцатью нулями — величина совершенно недоступная нашему пониманию. Напрасно даже пытаться вообразить ее. Однако с помощью простого сравнения можно косвенно представить себе ее громадность.

Мы только что предположили, что наступит время, когда мы, набрав номер на диске, сможем с помощью какого-то фантастического способа телепортации очутиться в любом месте космического пространства так же легко и быстро, как сегодня вызываем абонента по телефону. Любопытно, как бы выглядел космический «телефонный справочник», если бы его содержание

авторы ограничили только солнцами, не пытаясь перечислить планеты, а тем более — миллионы разных мест на каждой из планет?

Телефонными справочниками таких городов, как Лондон и Нью-Йорк, уже сейчас очень трудно пользоваться, хотя в них насчитывается всего примерно по миллиону абонентов. Космический справочник на 10^{20} номеров был бы в 10^{14} раз больше. В нем было бы больше страниц, чем во всех книгах, которые *напечатало человечество со времен изобретения книгопечатания.*

Наш фантастический домысел можно развить и дальше, рассмотрев еще одно следствие появления двадцатизначных телефонных номеров. Подумайте о том, какая неразбериха будет твориться в космосе, если, набрав номер 27 945 015 423 811 986 385 вместо номера 27 945 015 243 811 986 385, вы окажетесь совсем не в том конце Вселенной... Это не пустая шутка; посмотрите хорошенько на эти многозначные ряды, попробуйте ощутить их весомость и значимость, помня, что вам нужен в них каждый знак, чтобы сосчитать общее число звезд. А если мы захотим подсчитать еще и количество их планет, то цифры возрастут еще больше.

Перед такими величинами должны спасовать даже те, чей дух не дрогнул перед безбрежностью световых лет. Перебрать поодиночке все песчинки на всех побережьях мира — задача, гораздо менее трудная, чем исследование космического пространства.

Итак, мы возвращаемся к нашему исходному утверждению. Космическое пространство можно наносить на карты, можно летать сквозь него, можно заселять его, и пределов этим свершениям нет; завоевать его окончательно нельзя. Когда человечество достигнет вершин своего развития и Адамово семя рассеется повсюду, как звезды во Вселенной, даже тогда мы все еще будем подобны муравьям, ползающим по поверхности Земли. Муравьи расселились по всему миру, но разве они завоевали его? Много ли знают об этом мире или друг о друге их бесчисленные колонии?

Так будет и с нами, когда мы распространимся далеко за пределы матери-Земли, когда ослабеют узы родства и взаимопонимания, когда до нас будут доходить лишь невнятные и запоздалые обрывки сведений из

вторых или третьих — или тысячных — уст о каждой, относительно все уменьшающейся горстке, из которых будет тогда слагаться человечество. Хотя Земля не откажется от попыток поддерживать связь со своими детьми, но в конечном счете все усилия ее историков и архивариусов окажутся бессильными перед временем, расстояниями и самой огромностью объема информации. Ибо к тому времени, когда род людской станет вдвое старше, количество отдельных обществ или наций, возможно, намного превысит общее число людей, живших на Земле с зари человечества до наших дней.

Тщетно пытаясь осознать масштабы Вселенной, мы вышли за пределы постижимого; так будет и в дальнейшем; при всякой новой попытке мы подойдем к этим пределам рано или поздно. Чаще всего это будет «рано».

Когда вам случится выйти на улицу в летнюю ночь, посмотрите на небо. Почти прямо над головой у вас будет сиять самая яркая звезда северного полушария — Вега из созвездия Лиры. Она удалена на 26 световых лет. Для нас, недолговечных существ, это почти предел дальности космического путешествия, из которого мы еще можем возвратиться обратно. Но глубже за рубеж, отмеченный этим голубовато-белым маяком, сияющим в пятьдесят раз ярче нашего Солнца, может быть, проникнут только наш разум и наши тела — сердца человеческие туда посылать нельзя.

Ибо ни один человек не сумеет, вернувшись домой из путешествия на Вегу, вновь обнять тех, кого он знал и любил на Земле.

11

О ВРЕМЕНИ

Человек — единственное живое существо, которое тревожит проблема времени, и этому его беспокойству обязаны своим появлением многие прекраснейшие творения искусства, а также почти все науки и в значительной части религия. Ведь именно постоянно наблюдаемая периодичность повторения во времени явлений природы: восхода солнца и движения звезд, более медленной по ритму смены времен года — привела к возникновению понятия о закономерности и упорядоченности, а затем и к древнейшей из всех наук, астрономии. Неизменность окружающей среды, как это имеет место, скажем, в глубинах океана или на поверхности вечно затянутой облаками Венеры, не стимулирует развитие разума, и в таких местах он может вообще не возникнуть.

Не удивительно поэтому, что культуры, сложившиеся в зонах с устойчивым, почти не меняющимся климатом, вроде Полинезии или тропического пояса Африки, примитивны, и им свойственно весьма смутное представление о времени. Другие культуры, принужденные под воздействием окружающей среды ориентироваться во времени, попали под его владычество. Пожалуй, классическим примером этому является древний Египет, где жизнь регулировалась ежегодными разливами Нила. Ни одна другая цивилизация, ни прежде, ни в более поздние времена, не пыталась столь решительно противостоять вечности и даже оспаривать само существование смерти.

Время — один из важнейших исходных элементов всех религий; оно сочетается в них с такими идеями, как перевоплощение, предсказание будущего, воскрешение из мертвых и поклонение небесным телам — на это

указывают нам каменный календарь Стонхенджа[1], знаки Зодиака в храме Дендеры[2] и культовые сооружения народа майя. Некоторые верования (например, христианство) относят акт сотворения мира и начало времен к весьма недавнему прошлому и ожидают светопреставления в недалеком будущем. Другие религии, такие, как индуизм, устремляют свой взгляд в невообразимо далекое прошлое и заглядывают в еще более отдаленное будущее. Западным астрономам пришлось нехотя признать, что Восток был прав и что возраст Вселенной надо измерять миллиардами, а не миллионами лет, если его вообще можно измерить.

Лишь за последние пятьдесят лет мы узнали коечто об истинной природе времени и научились даже изменять его течение, правда, пока еще не больше, чем на миллионные доли секунды. Нашему поколению, впервые с тех пор, как начали колебаться маятники и балансиры, выпало на долю осознать, что время не является ни абсолютным, ни непреодолимым и что тирания часов, возможно, не будет продолжаться вечно.

Трудно не думать о времени как о враждебной силе, и в определенном смысле все достижения человеческой цивилизации — добыча, отвоеванная человеком в его схватке с временем. Какими бы ни были побуждения пещерных художников из Ласко, они первыми вырвали у времени нечто нужное человечеству. Примерно за тысячу поколений до нашей эпохи, когда по Земле еще бродили мамонты и саблезубые тигры, они открыли способ пересылать в будущее не только свои останки, но и в какой-то мере свои мысли и чувства. Мы можем взглянуть их глазами сквозь бездну времен и увидеть животных, которые населяли их мир. Но, кроме этого, мы мало что сможем увидеть...

Следующим шагом вперед было изобретение поэзии, по-видимому, как элемента религиозных ритуалов.

[1] Стонхендж — одно из циклопических, так называемых мегалитических сооружений неолита, или бронзового века. Расположено близ города Солсбери (Англия). — *Прим. ред.*

[2] Храм Дендеры — древний храм богини Габор. Его развалины сохранились в местности Дендера на левом берегу Нила. На стенах главного зала высечены надписи и изображения астрономического содержания, в том числе знаки Зодиака, ставшие предметом многих исследований. — *Прим. ред.*

Обычные слова и фразы эфемерны, их забывают, едва они произнесены. Однако, когда они располагаются в определенном порядке, происходит некое чудо. Как справедливо заметил Шекспир, писатель, больше всех других одержимый загадкой времени,

Замшелый мрамор царственных могил
Исчезнет раньше этих веских слов...[1]

Барды и менестрели, наподобие Гомера, сохранили в своей памяти те единственные свидетельства предыстории, которыми мы располагаем ныне, хотя, конечно, за время, прошедшее до изобретения письменности, эти предания легко могли быть искажены, а многие из них и безвозвратно исчезнуть.

Письменность, — вероятно, самое важное изобретение человечества — изменила все это коренным образом. Платон и Цезарь говорят с нами через века более внятно, чем многие из наших современников. А с изобретением типографского станка печатное слово стало, по существу, бессмертным. Манускрипты, свитки, папирусы недолговечны и могут быть легко уничтожены, тогда как со времен Гутенберга лишь очень немногие произведения непреходящей ценности канули в Лету.

Немногим более столетия назад на помощь письменности и изобразительному искусству пришло замечательное устройство — фотокамера. Фотография стала теперь настолько заурядным явлением, что мы давно уже не отдаем себе отчета в том, какое это чудо; если бы фотоснимок стоил таких же денег и трудов, как, скажем, запуск искусственного спутника Земли, тогда бы, наверное, мы оценили фотокамеру так, как она этого заслуживает.

Ни одно другое творение разума или рук человека не будит в нас таких чувств, как фотография. Она одна может перенести нас в прошлое, может заставить нас почувствовать с радостью или с печалью: «Вот как все это было в действительности, там-то, тогда-то...» Величайшие скульпторы древнего мира годами работали, чтобы воссоздать для императора Адриана точный образ его погибшего любимца Антиноя. Сейчас нам это может предоставить дешевенькая фотокамера. С изобретением

[1] Шекспир, Сонет 55 в переводе С. Маршака. — *Прим. ред.*

фотографии некоторые стороны прошлого стали впервые обозримы непосредственно, почти без искажений и навязанной человеческим разумом избирательности. Немаловажным отличием гражданской войны в Америке от предыдущих военных конфликтов было участие в ней фотографа — Мэттью Брэди.

Съемочная камера — и особенно кинокамера, которая появилась примерно на пятьдесят лет позже, — наделила нас способностью не только возвращать минувшее, но и анатомировать время, убыстрять и тормозить его бег. Процессы, неуловимые для человеческого глаза из-за чрезмерной скоротечности или, наоборот, медленности, вдруг стали зримыми с помощью высокоскоростной или замедленной съемки. Всякий, кто наблюдал смертельную схватку между двумя виноградными лозами, которые хлещут друг друга своими усиками (причем каждый удар продолжается целый час), уже никогда не сможет воспринимать растительное царство как прежде. Движение облаков, всплеск дождевой капли, взмах крыла колибри, поступь времен года — до начала нынешнего столетия люди могли только строить догадки о протекании этих процессов или отрывочно наблюдать их на единичных, не связанных друг с другом снимках. Теперь люди могут следить за их ходом своими глазами и составить органически связное представление о них в целом.

Когда в 1877 году в наш мир ворвался фонограф, время утратило свою абсолютную власть и над звуками. Подобно фотоаппарату, фонограф появился совершенно неожиданно, хотя изобретательный Сирано де Бержерак упоминал о «говорящих книгах» в одном из своих научно-философских фантастических романов [1]. Однако в отличие от фотоаппарата и большинства других современных изобретений, фонограф, в силу своего исключительно простого устройства, стоит совершенно особняком. Мы не умалим заслуг Эдисона, если скажем, что любой опытный древнегреческий ремесленник, получив необходимые наставления, смог бы построить прибор, который сохранил бы для нас голоса Сократа и Демосфена.

[1] Кроме пьес и сатирических памфлетов, Сирано де Бержерак (1619—1655) написал два философских фантастических романа. — *Прим. ред.*

В афинском музее есть останки астрономического вычислительного устройства куда более сложного, чем акустический фонограф, и иногда я невольно задумываюсь...

Как ни внушительны достижения человечества за последние сто лет, но если представить себе, что мы *хотели* бы сделать со временем, будь это в нашей власти, эти достижения покажутся чрезвычайно жалкими. Философы, ученые и поэты давно уже ломают свои головы над проблемой времени; человек, который был одновременно и философом, и ученым, и поэтом, выразил всеобщее чувство горечи, когда он сетовал почти тысячу лет назад: «Движущийся перст пишет и, написав, движется дальше». Все наше «благочестие и ум» бессильны изменить прошлое или хотя бы изменить стремительность нашего движения в будущее. Впрочем, может быть, так будет не вечно.

Если составить перечень всех проявлений власти над временем, которыми мы хотели бы обладать независимо от их осуществимости, то он мог бы выглядеть примерно так:

Ви́дение прошлого
Воссоздание прошлого
Изменение прошлого
Путешествие в прошлое
Ускорение или замедление настоящего
Путешествие в будущее
Ви́дение будущего

Мне не приходит на ум ни одно мыслимое (или, пускай, немыслимое) желание, которое не охватывалось бы одной из этих рубрик; посмотрим же, насколько можно надеяться на их осуществление.

Что касается первой рубрики, то уместно напомнить, что мы всегда видим и переживаем *только* прошлое. Звуки, которые вы слышите сейчас, пришли из прошлого, затратив по три тысячных доли секунды на каждый метр, отделяющий их источник от вашего уха. Нагляднее всего это демонстрируется во время грозы: раскат грома, сопутствующий молнии, сверкнувшей в двадцати километрах от вас, доносится с опозданием в целую минуту. Если вам когда-нибудь доведется увидеть вспышку молнии и одновременно услышать гром, радуйтесь, если останетесь в живых. Мне однажды при-

шлось это испытать, и я никому не желаю пережить подобное.

То, что справедливо в отношении звука, справедливо и для света, правда в масштабе почти точно в миллион раз меньшем. Раскат грома, сопровождающий молнию, сверкнувшую в двадцати километрах от вас, вы услышите через минуту, а ваши глаза узнают об этом менее чем через одну десятитысячную долю секунды. Поэтому для всех повседневных земных целей скорость света можно считать бесконечной. Только обращая свой взгляд в космическое пространство, мы видим события, которые произошли сотни или даже миллионы лет назад.

Это весьма ограниченный по своим возможностям способ проникновения в прошлое. В частности, он не позволяет видеть наше *собственное* прошлое. Нельзя надеяться и на то, что, достигнув миров, принадлежащих к системам ближайших звезд, мы найдем там высокоразвитые цивилизации, представители которых наблюдали за нами и регистрировали забытые нами события нашей истории с помощью неких сверхтелескопов (эту идею выдвигали авторы некоторых наивных научно-фантастических произведений). Световые волны, отражающие какие-либо события на Земле, жестоко искажаются при прохождении через атмосферу, даже в том случае, когда облака не поглощают их полностью. А проникнув через атмосферу, световые волны столь быстро ослабевают с расстоянием, что нельзя даже теоретически построить такой телескоп, который позволил бы наблюдать, например, с Марса земные объекты протяженностью менее нескольких километров. В звездной системе, удаленной от нас на 900 световых лет, никто не наблюдает сейчас сражение при Гастингсе. Лучи света, которые начали свой путь в 1066 году, теперь слишком ослабли даже для того, чтобы донести туда изображение Земли в целом.

Дело в том, что существует предел усиления света, зависящий от самой природы световых волн, и никакой научный прогресс не может преодолеть его. Примерно аналогичным образом невозможно уловить исчезнувшие звуки, как только они стали слабее уровня шумового фона. Иногда говорят, что звук никогда не затухает полностью, он просто становится слишком слабым,

чтобы его можно было услышать. Это неверно: звуковые колебания затухают настолько быстро, что через несколько секунд они перестают существовать в прямом физическом смысле этого слова. Ни один усилитель не сможет восстановить слова, сказанные вами минуту назад; даже если бы он обладал бесконечно большой чувствительностью, он воспроизвел бы лишь беспорядочные шипящие звуки, возникающие при столкновении молекул воздуха между собой.

Если и возможен какой-либо способ обозревать прошлое, то он должен опираться на технику, которой мы не только еще не располагаем, но пока что не можем даже себе представить. Однако сама по себе идея эта не содержит никаких логических противоречий и с научной точки зрения не абсурдна, а если принять во внимание новейшие достижения в методах археологических исследований, то лишь глупец возьмется утверждать, что она совершенно неосуществима. Ведь мы сумели восстановить такую информацию о прошлом, которая, казалось бы, должна быть безвозвратно утраченной без малейшей надежды на восстановление. Как могли мы надеяться, например, измерить количество осадков, выпавших в 784 году нашей эры? Оказывается, это можно сделать, измерив толщину древесных годовых колец. Как можем мы датировать обломок кости неизвестного происхождения? Определение возраста с помощью углерода-14 позволяет осуществить и это. Куда показывало острие магнитной стрелки двадцать тысяч лет назад? Об этом нам рассказывает ориентация магнитных частиц в древних глинах. Как изменялась температура океанских вод на протяжении последних пятисот тысяч лет? Мы располагаем ныне — и это, пожалуй, самое поразительное из открытий — «хронологическим термометром», который, по существу, позволяет установить время начала и окончания периодов оледенения; мы можем даже с достаточной уверенностью сказать, что 210 000 лет назад средняя температура моря равнялась 29° С, а спустя 30 000 лет она упала до 21°. Вряд ли вы догадаетесь, как это было установлено. Секрет тут в том, что химический состав известковых раковин некоторых морских животных зависит от температуры воды, в которой они формировались. Исходя из этого, можно посредством тонкого и

очень сложного анализа восстановить картину изменения температуры. Так, например, профессор Юри сумел определить, что ископаемый моллюск, обитавший в морях, которые покрывали Шотландию 150 миллионов лет назад, родился летом, когда температура воды была 21° С, прожил четыре года и умер весной.

Еще недавно такое знание прошлого показалось бы ясновидением, а не наукой. Оно было добыто в результате разработки особо чувствительных измерительных приборов, которые, как правило, представляют собой побочный продукт атомных исследований. Эти приборы могут обнаруживать невообразимо слабые следы, оставленные на предметах их прошлой историей. Пока еще никто не в состоянии сказать, каковы пределы возможностей такой методики. Может быть, в каком-то смысле все события оставляют свои следы во Вселенной, но на таком уровне, который пока еще недоступен нашим приборам. Впрочем, может быть, при некоторых из ряда вон выходящих обстоятельствах эти следы улавливаются нашими органами чувств: не здесь ли кроется объяснение привидений? Возможно, придет такое время, когда мы сумеем прочесть эти следы, которые для нас пока что столь же невидимы, как и следы тропы, совершенно явственные для индейского разведчика или для следопыта. И тогда поднимется завеса, скрывающая от нас прошлое.

На первый взгляд способность заглядывать в глубь времен кажется самой волшебной властью, какая только может быть дана человеку. Все утраченное знание было бы восстановлено, все тайны — объяснены, все преступления — раскрыты, все спрятанные сокровища — найдены. История перестала бы быть мешаниной из умозаключений и предположений. Там, где сегодня мы гадаем, мы бы *знали*. И, возможно, мы пришли бы даже к тому, что столь поэтично описал Уэллс в рассказе «Гризли»:

> «Может быть, наступит день, когда эти воскрешенные воспоминания станут такими живыми, как если бы мы сами были там и разделяли трепет и страх, владевшие людьми в те первобытные времена; может быть, наступит день, когда гигантские звери прошлого вновь вернутся

к жизни в нашем воображении, и мы снова будем бродить среди давно исчезнувшего ландшафта, и, распластав пестро раскрашенные руки и ноги, которые, думалось, давно уже обратились в прах, греться под солнцем, сиявшим миллион лет назад».

Обладая таким могуществом, мы воистину уподобились бы богам, способным странствовать по своей воле в глубинах времен. Но обладание подобным могуществом, бесспорно, по плечу только богам. Если бы перед нами внезапно открылось прошлое, мы были бы ошеломлены не только гигантской массой информации, но и жестокостью, ужасом, трагизмом веков, которые остались позади. Одно дело читать о массовой резне и сражениях, о чуме и инквизиции, другое — видеть все это на киноэкране. Но у кого из людей хватит сил наяву увидеть непреоборимое зло давно прошедших лет, сознавая, что все это реально существовало и что в увиденном ничего нельзя изменить? Уж пусть лучше добро и зло навсегда останутся недоступными для столь пристального исследования.

У этой проблемы есть и другой аспект. Как нам самим понравится мысль о том, что когда-нибудь в будущем люди, мало отличающиеся от нас, если не считать намного более высокого уровня научного развития, станут пристально вглядываться в нашу жизнь и наблюдать все наши безрассудства и пороки, равно как и более редкие добродетельные деяния? В следующий раз, когда вам доведется ввязаться в какое-нибудь неблаговидное дело, остановитесь, чтобы поразмыслить: а что если через тысячу лет вы будете фигурировать именно в таком виде, в качестве демонстрационного образца перед аудиторией, изучающей психологию первобытных людей. А может быть еще хуже: соглядатаи из некоего упадочного общества будущего могут использовать свою извращенную науку, чтобы подглядывать за нами. Но даже это, пожалуй, лучше, чем перспектива оказаться настолько примитивными и архаичными, что будущее вообще не заинтересуется нами.

Воссоздание прошлого — идея еще более фантастичная, чем его обозрение. Она включает в себя видение прошлого и нечто намного большее. Ведь это не что

иное, как идея воскрешения из мертвых, только рассматриваемая в научном, а не в религиозном плане.

Допустим, что когда-нибудь люди обретут способность наблюдать прошлое столь детально, что смогут регистрировать движение каждого атома, который когда-либо существовал. Предположим, далее, что на основе такой информации они смогут избирательно воссоздать людей, животных, отдельные ситуации и ландшафты прошлого. Иными словами, хотя вы в действительности умерли в XX веке, другое ваше «я» со всем объемом жизненного опыта, накопленным к моменту наблюдения из будущего, может внезапно оказаться в отдаленном будущем и зажить новой жизнью.

Это выглядит самой необузданной фантазией, какую только способен создать человеческий ум, но отсюда вовсе не следует, что такую возможность надо исключить из рассмотрения, как нелепость. Кто-то, кажется один французский философ, выдвинул предположение, что с помощью подобных средств люди будущего, возможно, попытаются исправить зло, содеянное в прошлом. Разумеется, ничего подобного сделать нельзя. Даже если бы какая-то сверхмогущественная наука нашла способ воссоздать вновь жертвы давно забытых несправедливостей и преступлений и дать им возможность продолжить жизнь в новых более благоприятных условиях, это ни в малейшей степени не изменило бы меры тех страданий, которые «оригиналы» претерпели в прошлом.

Изменить прошлое, заставить движущийся перст стереть письмена, им начертанные, — это предмет фантастических грез, а не науки. Изменение прошлого сопряжено с таким количеством парадоксов и противоречий, что мы без малейшего сомнения вправе признать его невозможным. Классический довод против возможности путешествия в глубь времен таков: будь оно возможно, человек смог бы вернуться в прошлое, убить одного из своих прямых предков, тем самым исключив возможность существования своего, а возможно, и значительной части человечества вообще.

Некоторые дотошные писатели (особенно Роберт Хайнлайн и Фриц Лейбнер) приняли этот вызов и сказали примерно следующее: «Очень хорошо, — но предположим, что подобные парадоксы действительно имеют

место в жизни. Как их объяснить?» Один из их ответов — идея параллельных течений времени. Они считают, что прошлое не является неизменным, что можно было бы, например, вернуться в 1865 год и, скажем, предотвратить выстрел Джона Бута [1]. Но сделавший это по существу уничтожил бы наш мир и создал другой, ход истории которого настолько отклонился бы от фактического, что мир стал бы в последующем совершенно иным.

Может быть, в некотором смысле все мыслимые и возможные вселенные существуют одновременно и параллельно, подобно путям бесконечно большой железнодорожной станции, но движемся-то мы в каждый отдельно взятый момент времени лишь по одному из этих путей. Если бы мы смогли повернуть назад и изменить исход какого-то решающего события прошлого, то, по существу, это означало бы, что мы возвратились к стрелке и свернули на другой путь.

Но, пожалуй, все это не так уж просто, если здесь вообще можно говорить о простоте. Другие авторы утверждают, что, даже если бы было возможно изменять отдельные события прошлого, инерция истории столь колоссальна, что в конечном счете ничего бы не изменилось. Иначе говоря, вы спасли бы Линкольна от пули Бута в Фордовском театре, чтобы другой сторонник южан с бомбой в руках подстерег президента в фойе. И так далее...

Самый убедительный довод против возможности путешествий во времени — полное отсутствие сведений о подобных путешественниках. Каким бы малоприятным ни показался наш век для людей будущего, надо полагать, что ученые и исследователи, бесспорно, побывали бы у нас, будь это возможно. Конечно, они пытались бы замаскироваться, но отдельные разоблачения были бы неизбежны: стоит только представить себе, что может случиться, если мы, запрятав под нейлоновыми тогами фотоаппараты и магнитофоны, окажемся в Древнем Риме. Путешествия во времени немыслимо долго хранить в тайне. Не раз и не два на протяжении всех прошедших веков аргонавты Хроноса (если использовать первоначальное исключительно невыразительное

[1] Убийца Авраама Линкольна. — *Прим. ред.*

название уэллсовской «Машины времени») попадали бы в разные переделки и неминуемо разоблачали бы себя. А пока что единственным свидетельством просачивания информации из будущего могут служить только записные книжки Леонардо да Винчи. В них действительно поражает обилие замыслов изобретений, которые были осуществлены в последующие века, однако вряд ли это можно считать исчерпывающим доказательством того, что в XV веке в Италии побывали гости из будущего.

Некоторые авторы научно-фантастических произведений пытались обойти это затруднение, выдвинув предложение, что время подобно спирали: нам не дано по доброй воле скользить вдоль ее витков, но, может быть, мы способны перескакивать с одного витка на другой и попадать в эпохи, отделенные друг от друга такими огромными промежутками времени, что никакой опасности нежелательных столкновений между различными уровнями культуры попросту не существует. Так, скажем, динозавров могли истребить охотники на крупного зверя, прибывшие из будущего, но эпоха *homo sapiens*, возможно, лежит в своего рода «мертвом пространстве», куда они не в состоянии проникнуть.

Из всего вышесказанного вы справедливо заключите, что я не особенно серьезно отношусь к путешествиям во времени; впрочем, я полагаю, что их никто не принимает всерьез — даже те писатели, которые вложили уйму сил и изобретательности в их описания. И все-таки эта тема — одна из самых увлекательных, а подчас и самая волнующая во всей литературе; она вдохновила писателей на создание произведений столь различных, как «Юрген» и «Беркли-сквер». Она взывает к глубочайшим инстинктам человечества и поэтому никогда не умрет.

Гораздо менее надуманна и более реалистична по сравнению с путешествием в прошлое идея возможности регулирования скорости, с которой мы движемся — или думаем, что движемся — в будущее. Медицинские препараты в какой-то мере уже выполняют эту задачу. Для человека, находящегося под общим наркозом, время проходит бесконечно быстро. Он закрывает глаза на мгновение, а открывает их

фактически через несколько часов. С помощью различных стимулирующих средств достигается, правда незначительный, обратный эффект; есть много сообщений об ускорении умственной деятельности, действительном или мнимом, вызываемом мескалином, гашишем и другими наркотиками. Впрочем, даже если бы при этом не было нежелательных, побочных явлений, возможности такого способа искажений ощущения времени очень ограниченны. С какой бы скоростью ни работал мозг человека, сама инерция его тела не позволит ему двигать руками и ногами намного быстрее, чем обычно. Если залить в бак автомобиля какое-нибудь сверхмощное горючее, двигатель попросту разлетится на куски, а человеческое тело ведь бесконечно более тонко уравновешенный механизм, чем автомобильный мотор. Может быть, мы научимся почти беспредельно замедлять процессы, идущие в организме, и осуществим давнюю мечту о глубоком анабиозе. Тогда будут возможны путешествия в грядущее, наподобие путешествия Рип ван Винкля[1]. Но мы никогда не сумеем ускорить с помощью медикаментов работу организма настолько, чтобы человек мог за минуту пробежать два километра или за час выполнить дневной объем работы.

Однако, может быть, управление скоростью нашего движения в будущее все же достижимо несколько иным способом при условии, что мы четко разграничим субъективное и объективное понятия времени. Для человеческого разума время в только что рассмотренных нами пределах может либо тянуться медленно, либо нестись быстро в зависимости от душевного состояния человека. Это и есть субъективное представление о времени. Объективное же время измеряется такими бесстрастными устройствами, как часы, вибрирующие кристаллы, колеблющиеся атомы. До начала нынешнего века ученые непоколебимо верили, что объективное время движется с постоянной, неизменной скоростью. Одним из сильнейших потрясений, вызванных теорией относи-

[1] Рип ван Винкль — герой одного из рассказов американского писателя Вашингтона Ирвинга (1783—1859). Встретив на охоте духов и выпив их зелья, Рип ван Винкль заснул на двадцать лет. Проснувшись, он обнаружил, что его жена умерла, его самого забыли, а колонии превратились в Соединенные Штаты Америки. — *Прим. ред.*

тельности, было открытие, что это положение попросту не соответствует действительности.

Любопытно отметить, что древним египтянам было бы легко воспринять относительность времени. В их первых примитивных солнечных часах циферблаты были поделены на равные секторы. В результате длительность «часа» у них на протяжении дня неизбежно менялась. Египтяне настолько свыклись с представлением об изменчивости времени, что, создав несколько столетий спустя водяные часы, которые «шли» с постоянной скоростью, они приложили величайшие усилия, чтобы подогнать их ход к показаниям солнечных часов! «В течении воды, — говорит Рудольф Тил в своей книге «И был свет», — они нашли прямой образ равномерно текущего времени. Однако они с изумительным мастерством и изобретательностью искусственно внесли неравномерность в естественно равномерный ход явления природы, чтобы заставить время течь именно так, как им казалось единственно правильным, — в соответствии с непостоянством их солнечных часов».

Изменчивость течения времени — естественный и неизбежный вывод из открытия Эйнштейна, показавшего, что время и пространство нельзя рассматривать раздельно, что это лишь разные аспекты единого целого, которое он назвал «пространство — время». Вопреки распространенному мнению рассуждения, приводящие к такому заключению, вовсе не так уж головоломны и сложны математически, чтобы непосвященный человек не мог их постичь. В действительности они настолько элементарны, что просто ошеломляют своей простотой. (Интересно, сколько раз Эйнштейна приводило в ярость восклицание: «Только-то и всего?») Объяснить теорию относительности — это примерно то же самое, что убедить древнего египтянина в том, что водяные часы лучше примитивных солнечных, или доказать средневековому монаху, что люди вовсе не должны сваливаться с противоположной стороны шарообразной Земли. Нужно только разрушить предвзятые представления — все остальное уже не составит труда.

Я не собираюсь объяснять здесь, что такое теория относительности, поскольку в любой публичной библиотеке найдется вполне достаточно популярных книг, посвященных этой теме. (Одна из лучших книг такого

рода — недавно переизданная через тридцать лет после ее написания книга Клемента Дьюрелла «Азбука теории относительности» [1].) Однако здесь я приведу аналогию, которая, надеюсь, может оказаться полезной для уяснения сущности теории относительности.

В обыденной жизни мы привыкли делить пространство на три измерения или направления, которые мы называем: «вперед», «вбок» и «вверх». Одно из этих направлений не совсем равноценно двум другим, в чем легко может убедиться всякий, кто вздумает шагнуть в воздух из окна десятого этажа, направления же «вперед» и «вбок» совершенно произвольны (относительны). Они зависят только от положения наблюдателя; если он повернется, они будут поворачиваться вместе с ним.

Вникнув в дело несколько глубже, мы увидим, что даже то направление, которое мы называем «вверх», вовсе не так уж абсолютно, как обычно считают. Оно непрерывно изменяется при движении по поверхности Земли; это обстоятельство причиняло немало неприятностей древним богословам, пытавшимся определить, где находится царствие небесное. Впрочем, даже в одном и том же месте направление «вверх» может быть различным. Когда вы сидите в салоне взлетающего реактивного самолета, то чувствуете, что во время разгона по взлетной полосе вертикаль наклоняется. Если бы ваше кресло могло вращаться, оно бы изменило свое положение в соответствии с новой системой координатных осей. Ваши «вверх» и «вперед» уже не будут точно такими, как у человека, который сидит в зале аэропорта; вы оба находитесь в одной и той же области пространства, но расчленяете его несколько по-разному. Какая-то доля того, что для него является горизонтальным, уже отнесена вами к вертикальному измерению.

Примерно так же и наблюдатели, движущиеся с различными скоростями, разделяют пространство — время в несколько различных пропорциях: один, если говорить упрощенно, получает немного больше времени

[1] Клемент Дьюрелл, Азбука теории относительности, издательство «Мир», М., 1964 (перевод с 5-го английского издания). — *Прим. ред.*

и немного меньше пространства, чем другой, хотя общая сумма всегда остается неизменной. (Сложение времени и пространства выглядит как сложение, скажем, яблок с апельсинами, но мы не будем обременять себя рассмотрением несложного математического трюка, с помощью которого это проделывается.) Таким образом, скорость течения времени в любой системе, например внутри космического корабля, зависит от скорости, с которой эта система движется, а также от напряжения гравитационных полей, которое воздействует на нее.

При обычных скоростях и в обычных гравитационных полях искажение хода времени совершенно ничтожно. Даже в искусственном спутнике Земли, вращающемся вокруг планеты со скоростью около 29 000 километров в час, часы отставали бы всего на одну секунду за три миллиарда секунд. Космонавт, совершивший один оборот вокруг Земли, состарится на одну миллионную долю секунды меньше, чем его товарищ, оставшийся на Земле; другие последствия полета, пожалуй, с лихвой перекроют этот выигрыш.

Лишь в 1959 году удалось продемонстрировать невообразимо крохотное замедление времени при умеренных скоростях земных тел. Для этого непригодны ни одни часы, созданные человеком; лишь благодаря блестящему методу, который разработал немецкий физик Мёссбауэр, теперь мы можем применить колебания атомов для измерения времени с точностью значительно выше одной триллионной. Обратите внимание, не одной миллионной, а одной триллионной.

Давайте вдумаемся, что означает сказанное выше: ведь это новая победа над временем — победа в области его измерения, о которой создатели первых солнечных и водяных часов не могли и мыслить. Часы, идущие с точностью до одной триллионной, — а доктор Мёссбауэр, в сущности, именно такие часы и дал нам — отстали бы за 30 тысяч лет всего на одну секунду, всего на один миг за бездну времени, отделяющую первых пещерных художников из Ласко от первых земных поселенцев на Марсе. Подобная точность в измерении расстояний позволила бы нам заметить изменение диаметра земного шара на величину, равную поперечнику бактерии.

При обычных скоростях замедление времени исчезающе мало, однако при очень высоких скоростях оно становится значительным, а при скоростях, приближающихся к скорости света, — очень большим. В космическом корабле, движущемся со скоростью, равной 0,87 скорости света, или 260 тысячам километров в секунду, время протекало бы вдвое медленнее, чем на Земле. А при скорости, равной 0,995 скорости света, замедление было бы десятикратным: месяц в космическом корабле почти равнялся бы году на Земле. (Специалисты по теории относительности, я надеюсь, простят мне некоторые чрезмерные упрощения, а также допущения, подразумевающиеся в этих утверждениях; всех остальных я прошу просто не обращать внимания на сказанное в скобках.)

Важно подчеркнуть, что при этом космические путешественники не располагали бы абсолютно никакими способами узнать, что с ними происходит нечто необычное. Все, что находится на борту космического корабля, выглядело бы совершенно нормально; оно и было бы таким в действительности. И только вернувшись на Землю, путешественники узнали бы, что там прошло гораздо больше времени, чем на их быстролетном космическом корабле. В этом и заключается так называемый парадокс времени, который позволяет человеку, по крайней мере в принципе, вернуться на Землю через столетия или даже через тысячелетия после отлета, состарившись всего на несколько лет. Однако для того, кто знаком с теорией относительности, здесь нет никакого парадокса; это всего лишь естественное следствие структуры пространства и времени.

Основное практическое применение эффект замедления течения времени найдет при полетах к звездам, если они когда-нибудь будут осуществлены. Хотя такие полеты могут длиться столетия, астронавты этого не почувствуют. Но неизбежным побочным результатом дальнего космического путешествия явится путешествие в будущее, разумеется, безвозвратное. Межзвездный путешественник может вернуться на родную Землю, но он никогда не вернется в свою эпоху.

Пятьдесят лет назад сама возможность этого столь удивительного явления была бы категорически отвергнута, а теперь оно стало общепризнанной научной

аксиомой. Это обстоятельство побуждает нас задуматься: а нет ли других способов замедления или искажения хода времени, — способов, которые позволили бы избежать неудобств, сопряженных с путешествием протяженностью в несколько световых лет?

Я должен сказать сразу, что обнадеживающих перспектив здесь не видно. Согласно теории, колебательное движение могло бы влиять на течение времени, однако скорости колебаний при этом должны быть столь колоссальными, что всякий материальный объект неизбежно разрушился бы под воздействием подобных напряжений. Но на течение времени, кроме скорости, влияет и гравитация. Это направление выглядит несколько более перспективным. Если мы когда-нибудь научимся управлять гравитацией, то, возможно, сумеем управлять и временем. Однако и в этом случае потребуются титанические затраты энергии для достижения очень незначительных изменений течения времени. Даже на поверхности «белых карликов», где сила тяжести в тысячи раз больше, чем на Земле, понадобились бы очень точные часы, чтобы обнаружить замедление времени.

Вы, наверное, уже заметили, что те немногие способы изменения течения времени, которые нам известны, не только исключительно сложны для реализации, но и направлены в наименее полезную для нас сторону. Правда, иногда нам хочется, чтобы весь окружающий мир жил быстрее, чем мы, чтобы время летело с быстротой молнии, однако возможность обратного процесса была бы намного ценнее. Не найдется ни одного человека, который не испытывал бы в тот или иной момент своей жизни отчаянной необходимости заполучить побольше времени; часто несколько минут — даже несколько секунд — решают вопрос жизни или смерти. В мире, где можно заставить часы хотя бы ненадолго остановиться, выполнение любой задачи в срок не составило ни малейшего затруднения.

Мы не знаем, как это можно осуществить; ничто, в том числе и теория относительности, не дает нам ключа к решению такой задачи. Однако *реальное* ускорение времени — не то субъективное и ограниченное ускорение, которое можно вызвать с помощью медицинских препаратов, — имеет столь важное значение,

что, если это вообще возможно, то мы когда-нибудь обязательно научимся осуществлять и использовать его. Трудно представить себе общество, в котором Организация Объединенных Наций сумела бы провести полный день работы чрезвычайной сессии Генеральной Ассамблеи за то время, пока весь остальной Нью-Йорк успеет лишь позавтракать, а писатель может, урвав часок времени, написать книгу объемом в восемьдесят тысяч слов. В подобном обществе нервной системе человека, пожалуй, пришлось бы нелегко. Оно не особенно привлекательно и, конечно, маловероятно, и все же я не осмелюсь сказать, что оно невозможно.

Путешествие в будущее — вот тот единственный вид путешествия во времени, которое все мы совершаем непрерывно, причем с абсолютно равномерной скоростью — 24 часа в сутки. Предположение о том, что этот темп можно изменить, как мы уже видели, с научной точки зрения не содержит в себе никаких нелепостей. Сверхскоростные космические путешествия в сочетании с применением анабиоза позволят людям отправиться в странствие сквозь века и увидеть, что таит в себе будущее за пределами нормальной продолжительности жизни.

Однако под путешествием во времени люди чаще всего подразумевают нечто значительно более внушительное. Они хотят путешествовать в будущее и *возвращаться в настоящее,* притом желательно — с подробными данными о биржевых курсах акций. Но такой вояж включает в себя и путешествие в прошлое, ибо относительно будущего мы являемся (или были?) прошлым; а это, как мы уже договорились, совершенно невозможно.

Я бы охотно заявил, что предвидение будущего — то есть заведомо менее честолюбивая затея, чем непосредственный визит в будущее — столь же невозможно, но внушительное количество свидетельств в пользу обратного не позволяет мне сделать это. Конечно же, во все времена были пророки и оракулы, которые утверждали, что способны предсказывать будущее. «Берегись мартовских ид», наверно, самое известное из таких предсказаний. В последние годы профессор Райн из Дьюкского университета, а также доктор Соул и его

коллеги в Англии предоставили гораздо более конкретные доказательства возможности такого «познания грядущего». Правда, все они облечены в форму статистических данных, к которым большинство людей питают инстинктивное недоверие. В данном случае это недоверие, возможно, вполне оправданно; применение математического анализа к тому «гаданию на картах», на котором основано большинство попыток предвидения, вероятно, ошибочно в самой своей основе. Впрочем, весь этот вопрос столь сложен, столь запутан различными предубеждениями, вокруг него разгорелись такие страсти, что я предпочту поспешно и втихомолку ретироваться подальше от него. Полтора века назад, когда ньютоновская механика достигла своего величайшего триумфа, предсказав движение небесных тел, считали, что познать будущее, хотя бы в принципе, возможно. Зная начальные положения и скорости всех атомов во Вселенной, всеведущий математик может вычислить все, что произойдет до скончания веков. Будущее предопределено до мельчайших подробностей, и поэтому теоретически его можно предсказать.

Теперь мы знаем, что подобная точка зрения предельно наивна, потому что она основана на ошибочной предпосылке. Начальные положения и скорости всех атомов во Вселенной *невозможно* определить с той абсолютной точностью, которая необходима для проведения расчетов, о которых идет речь. Элементарным частицам органически присуща неопределенность; иначе говоря, мы никогда не сможем точно знать, что с ними происходит в данный момент, а уж тем более, что с ними случится сто лет спустя. Правда, некоторые события — затмения Солнца и Луны, рост численности населения, а со временем, возможно, даже и состояние погоды — могут быть предсказаны с достаточной точностью, однако в целом математическая дорога в будущее очень узка и в конце концов упирается в болото неопределенности.

И все же мы так мало знаем о времени и столь ничтожен наш прогресс в его понимании и в управлении им, что не имеем права исключать даже такие еретические предположения, как возможность ограниченного проникновения в будущее. Профессор Дж. Холдейн однажды проницательно заметил: «Вселенная не толь-

ко более необычайна, чем мы себе представляем, — она более необычайна, нежели мы *можем* себе представить». Даже теория относительности, возможно, содержит лишь намек на необычайность времени в самом его существе.

В своей поэме «Будущее» Мэтью Арнолд называет человека скитальцем, «рожденным на корабле, плывущем по реке Времени». На протяжении всей истории этот корабль дрейфовал без руля и без ветрил; теперь, видимо, человек начинает учиться, как запустить его двигатели. Они никогда не будут достаточно мощными, чтобы перебороть течение. В лучшем случае человек сможет отсрочить свое отплытие, повнимательнее разглядеть берега вокруг и пристани, которые он покидает навсегда. Может быть, он сумеет также ускорить бег корабля и устремиться вниз по реке, обгоняя ее течение. Но вернуться назад и вновь побывать в верховьях реки он уже не сможет никогда.

В конце концов вопреки всем усилиям река вынесет его вместе с надеждами и мечтами в неведомый океан:

И ширится вокруг безжизненная гладь,
И берега тускнеют, отдаляясь,
И звезды вспыхивают, а вечерний бриз
С бескрайнего простора моря
Уже доносит запахи и шепот...

12

ЭРА ИЗОБИЛИЯ

Исходными материалами для цивилизации, так же как и для самой жизни, служат вещество и энергия, которые, как известно, являются двумя сторонами одной медали. На протяжении большей части истории человечества и всего доисторического периода человек потреблял очень мало и вещества, и энергии. Наш отдаленный предок расходовал за год примерно четверть тонны пищи, полтонны воды, а также самую малость шкур, палок, камней и глины. Источником энергии ему служили собственные мускулы, да еще изредка, от случая к случаю, лесные пожары.

С развитием техники эта примитивная картина изменилась неузнаваемо. Средний американец потребляет в год более полтонны стали, семь тонн угля и сотни килограммов металлов и химикатов, самое существование которых еще сто лет назад было неизвестно науке. Чтобы обеспечить одного современного человека предметами первой необходимости — и предметами роскоши, — каждый год из земли извлекаются более *двадцати тонн* сырья. Не удивительно, что время от времени мы слышим предупреждения о недостатке того или иного вида сырья, о том, что через несколько поколений медь или свинец станут редкими металлами.

Большинство из нас обращают мало внимания на эти тревожные голоса, потому что мы слышали их и раньше, — и ничего не произошло. Неожиданное открытие гигантских запасов нефти на Среднем Востоке на время утихомирило кассандр нефтяной промышленности, которые предсказывали, что к концу этого столетия мы останемся без бензина. На этот раз они ошиблись, но в несколько более отдаленном будущем они окажутся правы.

Какие бы новые запасы ни были открыты таких ископаемых видов топлив, как уголь и нефть, может хватить еще лишь на несколько столетий; затем они иссякнут уже навсегда. Предоставив человеку легкодоступные источники энергии, они помогли созданию современной технической цивилизации, но питать ее на протяжении тысячелетий они не смогут. Для этой цели нам нужны более постоянные источники энергии.

Сегодня мало кто сомневается в том, что долгосрочное (а может быть, и ближайшее) решение топливной проблемы кроется в ядерной энергии. Ядерное оружие, накопленное ныне великими державами, могло бы приводить в движение все машины земного шара на протяжении нескольких лет, если бы его энергию можно было использовать для целей созидания. Ядерные боеголовки, хранящиеся в арсеналах одних только США, энергетически эквивалентны миллиардам тонн нефти или угля.

Мало вероятно, что реакции деления ядер таких тяжелых элементов, как торий, уран, плутоний, будут играть сколько-нибудь длительную роль в наших земных делах. Надо надеяться, что этого не произойдет, ибо деление ядер — это самый грязный и самый неприятный способ высвобождения энергии из всех, когда-либо открытых человеком. Некоторые из радиоактивных изотопов, получаемых в современных реакторах, будут причинять неприятности, а может быть, и физический ущерб беспечным археологам и через тысячу лет.

Но, кроме реакции деления, нам известна реакция синтеза — слияния ядер таких легких элементов, как водород и литий. Именно эта реакция движет жизнью звезд. Мы уже воспроизвели эту реакцию в земных условиях, но пока еще не укротили ее. Когда мы этого добьемся, проблема получения энергии будет решена навсегда, притом без ядовитых радиоактивных отходов — оставаться будет только чистая гелиевая «зола».

Управляемый ядерный синтез — первейшая задача прикладной ядерной физики; некоторые ученые считают, что она будет решена через десяток лет, другие полагают, что лет через пятьдесят. Но почти все они убеждены, что энергия ядерного синтеза поступит в наше распоряжение задолго до того, как иссякнут запасы нефти и угля. Тогда мы сможем черпать топливо

из мирового океана практически в неограниченных количествах.

Очень может быть, — во всяком случае, сейчас это представляется весьма вероятным, — что энергостанции ядерного синтеза можно будет строить только очень большой мощности, и для обеспечения энергией целой страны потребуется всего несколько таких станций. Возможность создания малых передвижных станций ядерного синтеза и применения их, например, в качестве двигателей в транспортных машинах крайне невелика. Основным назначением станций ядерного синтеза будет производство тепловой и электрической энергии в колоссальных масштабах, так что нам придется еще решать проблему доставки этой энергии к миллионам потребителей. Существующие энергосистемы могут снабжать наши дома, но что будет с автомобилями и самолетами в надвигающейся новой эре, когда иссякнут запасы нефти?

Наиболее желательное решение этой проблемы — создание устройств для хранения электрической энергии, по меньшей мере в десять, а еще лучше — в сто раз более компактных, чем громоздкие и грязные батареи, которые, по существу, остались такими же, какими они были во времена юного Томаса Эдисона. О неотложной необходимости решения этой проблемы уже говорилось в третьей главе в связи с электромобилями, однако существует бессчисленное множество других областей спроса на портативные аккумуляторы энергии. Может быть, форсированное развитие космической техники приведет нас в недалеком будущем к созданию легких энергетических элементов, дающих столько же энергии на килограмм веса, сколько дает бензин; в сравнении с некоторыми другими чудесами современной техники это пожелание покажется достаточно скромным.

Есть еще одна идея, которую гораздо труднее осуществить: передавать энергию от центральной электростанции без проводов и принимать ее в любой точке Земли с помощью устройств, сходных с радиоприемными. В ограниченных масштабах это уже возможно, правда, ценой больших затрат сил и средств.

Мы умеем создавать остронаправленные лучи, несущие непрерывный поток энергии мощностью до

тысячи лошадиных сил; часть этой энергии может быть уловлена на расстоянии в несколько километров посредством больших антенных систем. Однако вследствие неизбежного рассеивания луча большая часть энергии будет теряться, поэтому коэффициент полезного действия такой системы будет очень низким. Это все равно что освещать дом прожектором с расстояния в пятнадцать километров — большая часть света попросту рассеялась бы по окружающей местности. Впрочем, это не совсем одно и то же: при высокой мощности, передаваемой по лучу, рассеянная энергия принесла бы не только убыток, но и серьезную опасность для людей, как это уже установили создатели радиолокационных станций дальнего обнаружения.

Другое существенное возражение против беспроводной передачи энергии состоит в том, что передатчики должны посылать в пространство неизменное количество энергии, независимо от того, будет ли она использоваться потребителями или нет. В современных распределительных системах центральная электростанция не дает тока, пока мы не затребуем его, включив тот или иной электроприбор; таким образом, существует «обратная связь» потребляющих устройств с генератором. Осуществить такую связь в беспроводной передаче энергии хотя и возможно, но исключительно трудно.

Поэтому передача энергии с помощью направленного излучения практически нецелесообразна, если не считать некоторых очень узко специальных областей применения. Она может, в частности, оказаться полезной для передачи энергии с искусственных спутников Земли на космические корабли, если они достаточно сблизятся и будут неподвижны один относительно другого. Но, конечно, нет никакой надежды использовать этот способ для снабжения энергией кораблей в полете, хотя он наиболее необходим именно в этом случае.

Для беспроводной передачи энергии, если ее когда-нибудь удастся осуществить, потребуется применить какие-то новые, пока еще неизвестные нам принципы или технические средства. К счастью, такая передача не составляет для нас предмета первейшей необходимости — она просто пригодилась бы нам. Если нужно, мы можем обойтись и без нее.

В порядке чисто отвлеченных рассуждений следует упомянуть, что в окружающем нас космическом пространстве, может быть, и существуют другие источники энергии; когда-нибудь мы, возможно, сумеем воспользоваться ими. Некоторые такие источники уже известны нам, но все они либо крайне маломощны, либо трудно поддаются практическому использованию в силу своих коренных природных особенностей. Самый мощный из этих источников — излучение Солнца, то есть солнечный свет. Мы уже используем этот источник для снабжения энергией наших космических летательных аппаратов. Мощность водородного реактора Солнца выражается гигантским числом — около 500 000 000 000 000 000 000 000 лошадиных сил; однако поток энергии, доходящей до Земли, сильно ослаблен огромным расстоянием. На уровне моря количество солнечной энергии, получаемой земной поверхностью, соответствует примерно 1,2 лошадиной силы на один квадратный метр. Эта величина, разумеется, грубо приближенная, но зато удобная для запоминания. Значение ее, конечно, колеблется в широких пределах в зависимости от атмосферных условий. Пока что мы научились превращать в электричество всего лишь десятую часть этой энергии, при этом капитальные затраты на 1 лошадиную силу, получаемую с помощью современных солнечных батарей, составляет примерно 100 000 долларов! Таким образом, для энергопитания стосильного автомобиля понадобилась бы поверхность сбора солнечных лучей площадью около восьмисот квадратных метров — даже в яркий солнечный день. Практическая ценность подобного предложения явно невелика.

Нам не удастся с выгодой использовать поток солнечной энергии, если мы не придвинемся намного ближе к Солнцу; даже на Меркурии мы смогли бы получать с квадратного метра поверхности, собирающей излучение, электрическую мощность всего лишь немногим больше одной лошадиной силы. Возможно, когда-нибудь мы сумеем разместить «ловушки» солнечного света в непосредственной близости от Солнца [1] и

[1] С каждого квадратного метра солнечной поверхности можно получить около 80 000 лошадиных сил!

передавать полученную энергию по направленному лучу туда, куда нужно. Если энергия ядерного синтеза останется недоступной, нам придется пойти даже на такие крайние меры. Но космическим кораблям следует избегать подобных «силовых» лучей: они будут весьма эффективными «лучами смерти».

Все другие известные источники энергии в миллионы раз слабее солнечного света. Космические лучи, например, несут приблизительно столько же энергии, сколько свет звезд. Лунный свет и то выгоднее как источник питания двигателя, чем космическое излучение. Это может показаться парадоксальным с учетом того факта, что космические лучи часто обладают огромной энергией и могут причинять тяжелые повреждения живым организмам. Но дело в том, что лучи (точнее, частицы) высоких энергий столь немногочисленны и редки, что средняя мощность космических излучений пренебрежимо мала. Если бы это было не так, нас не было бы на Земле.

В качестве потенциальных источников энергии иногда упоминаются гравитационное и магнитное поля Земли, однако возможность их использования весьма ограниченна. Извлечь энергию из гравитационного поля можно только за счет падения сквозь него какого-либо тяжелого предмета, заранее помещенного на соответствующую высоту. Правда, именно на этом принципе основана работа гидроэлектростанций, которые, в сущности, косвенным образом используют солнечную энергию. Солнце, испаряя воду с поверхности океанов, создает горные озера, гравитационную энергию которых мы черпаем с помощью турбин.

Но гидроэлектростанции никогда не покроют больше нескольких процентов общей потребности человечества в энергии, даже если, избави боже, все водопады нашей планеты будут загнаны в туннели, подводящие воду к турбинам электростанций. Другие же методы использования гравитационной энергии потребовали бы перемещения колоссальных количеств вещества, например выравнивания гор. Если человечество когда-нибудь и возьмется за осуществление подобных проектов, то для совершенно иных целей, чем производство энергии, и такие операции в конечном итоге принесут нам не выигрыш, а потери в энергетическом балансе. Ведь,

прежде чем снести гору, ее нужно сначала раздробить на куски!

Магнитное поле Земли настолько слабо, что не заслуживает рассмотрения. Игрушечный магнит в тысячи раз сильнее. Время от времени можно слышать оптимистические прогнозы относительно «магнитного двигателя» для космических кораблей, но этот проект можно сравнить разве что с намерением покинуть Землю по лестнице из паутины. Сила магнитного поля Земли сопоставима с прочностью паутинок, летающих в воздухе в погожие осенние дни.

Однако столь многое во Вселенной еще недоступно для наших органов чувств, и так много видов энергии было открыто на протяжении лишь нескольких последних мгновений истории человечества, что было бы крайне неосмотрительным отвергать мысль о наличии космических сил, пока еще не известных нам. Всего лишь поколение назад ядерная энергия казалась нелепой выдумкой, а когда наконец было доказано, что она существует, большинство ученых отрицали какую бы то ни было возможность ее практического использования. Имеются убедительные данные о том, что все звезды и планеты пронизывает насквозь поток энергии в форме нейтринного излучения (более подробно об этом говорится в главе 9), но уловить его до сих пор практически не удалось ни одним из наших методов наблюдения. Примерно так же Ньютон при всей своей гениальности не смог бы обнаружить, скажем, излучение, испускаемое радиоантенной.

Для земных целей не так уж важно, имеются ли во Вселенной какие-либо до сих пор неизвестные и неиспользуемые источники энергии. Океанских запасов тяжелого водорода хватит, чтобы приводить в движение все наши машины и обогревать все наши города на неисчислимые века. И если спустя два поколения мы будем испытывать энергетический голод (что вполне возможно), то только благодаря нашему собственному невежеству. Мы уподобимся тогда жителю каменного века, погибающему от холода на пласте угля.

По поводу использования большинства сырьевых запасов и энергетических ресурсов можно сказать, что мы проживаем основной капитал. Мы занимаемся

использованием легкодоступных запасов — высококачественных руд, богатых залежей, в которых природа сконцентрировала нужные нам металлы и минералы. Процесс образования руд длился больше миллиарда лет. Мы же за несколько столетий разграбили сокровища, которые накапливались на протяжении многих геологических эпох. Когда все эти сокровища иссякнут, цивилизация не сможет несколько сот миллионов лет топтаться на месте и ждать, пока они восстановятся.

И тут нам опять придется напрячь разум, а не мускулы. Как отмечал Гаррисон Браун в своей книге «Вызов будущего», после истощения всех рудных запасов мы сможем обратиться к обычным горным породам и глинам:

> «В сотне тонн обычной магматической горной породы, например гранита, содержится в среднем 8 тонн алюминия, 5 тонн железа, 540 килограммов титана, 80 — марганца, 30 — хрома, 18 — никеля, 14 — ванадия, 9 — меди, 4,5 — вольфрама и 1,8 килограмма свинца».

Извлечение всех этих элементов потребует не только усовершенствованной химической технологии, но и больших затрат энергии. Породу вначале придется дробить, а затем обрабатывать посредством нагревания, электролиза и другими методами. Однако, как указывает далее Гаррисон Браун, в тонне гранита содержится количество урана и тория, энергетически эквивалентное пятидесяти тоннам угля. Таким образом, вся энергия, которая понадобится для переработки горной породы, заключена в ней самой.

Другой, почти неисчерпаемый источник основных видов сырья — океан. В одном кубическом километре морской воды находится во взвешенном состоянии или растворено около 37,5 миллиона тонн твердого вещества. Большую часть его (30 миллионов тонн) составляет обычная поваренная соль, но в остальных 7,5 миллионах тонн содержатся почти все элементы, притом — во внушительных количествах. Из них больше всего магния (около 4,5 миллиона тонн). Извлечение магния из морской воды, налаженное в промышленных масштабах во время второй мировой войны, было великой победой химической технологии, имевшей очень боль-

шое значение. Однако магний уже не первый элемент, извлекаемый из морской воды: промышленная добыча брома началась еще в 1924 году.

Трудности разработки океанских «недр» состоят в том, что вещества, которые мы хотим добыть из воды, находятся в ней в очень небольших концентрациях; 4,5 миллиона тонн магния, которые, как мы упоминали, содержатся в одном кубическом километре, — это гигантское количество; при современном уровне потребления его хватило бы миру больше чем на сто лет. Но это количество магния рассеяно в миллиарде тонн воды. Таким образом, морская вода, если рассматривать ее как руду, содержит всего 0,45% магния. В обычных условиях редко бывает выгодно разрабатывать руды, содержащие менее одного процента неблагородных металлов. Многих людей буквально гипнотизирует тот факт, что в кубическом километре морской воды содержится около пяти тонн золота, хотя в своих собственных огородах они, пожалуй, обнаружили бы более высокое содержание этого металла.

Тем не менее крупные успехи химической технологии, достигнутые в последние годы — особенно в ходе выполнения программы по атомной энергии, где потребовалось извлекать очень небольшие количества изотопов из больших масс других материалов, — позволяют надеяться, что мы сумеем приступить к разработке морской «руды» задолго до того, как истощатся сырьевые запасы на суше. И в данном случае решение проблемы упирается в основном в энергию; энергия нужна для перекачки воды, для ее испарения, для электролиза. Успех может прийти в ходе решения комплексной проблемы: во многих странах ведутся работы по опреснению морской воды; получаемый при этом побочный продукт — обогащенный рассол, возможно, и послужит сырьем для перерабатывающих установок.

Воображение рисует гигантские универсальные заводы, возникшие, быть может, еще до конца текущего столетия и использующие дешевую энергию термоядерных реакторов; они будут извлекать из моря пресную воду, поваренную соль, магний, бром, стронций, рубидий, медь и многие другие металлы. Примечательным исключением из этого перечня является железо, которым океаны несравненно беднее, нежели континенты.

Если кому-нибудь добыча полезных ископаемых из моря покажется утопическим проектом, то стоит напомнить, что мы уже более пятидесяти лет занимаемся разработкой богатств атмосферы. Одним из серьезных, но ныне забытых поводов для беспокойства в XIX веке была надвигавшаяся нехватка азотистых соединений для производства удобрений. Природные запасы иссякали, и нужно было найти метод «связывания» азота воздуха. В атмосфере содержится примерно 4000 триллионов тонн азота; иначе говоря, на каждого жителя Земли приходится более чем по миллиону тонн. Если бы этот азот удалось использовать, страхи по поводу грядущего истощения запасов азота отпали бы навсегда.

Это было достигнуто в самом начале нынешнего столетия, притом несколькими способами. Один из процессов предусматривал «сжигание» атмосферного воздуха в пламени мощной электрической дуги, поскольку при очень высокой температуре азот атмосферы вступает в реакцию с кислородом. Вот пример того, что можно сделать, располагая дешевой энергией (кстати, норвежцы стали пионерами в применении этого процесса благодаря тому, что они занимали в то время ведущее место по производству гидроэлектроэнергии). Пожалуй, этот пример может служить указанием и на будущее.

Широкое использование источников концентрированной энергии в горнодобывающей промышленности еще только-только началось, но, как упоминалось в главе 9, русские в порядке эксперимента уже применяют высокочастотные электрические разряды и термическое бурение для разрушения твердых горных пород, не поддающихся разработке другими методами. И в конечном счете, разумеется, можно рассчитывать на применение ядерных взрывов для выемки пород в больших масштабах, если при этом удастся избежать радиоактивного загрязнения.

Когда подумаешь, что самые глубокие шахты (едва перешагнувшие теперь за отметку 2000 метров) представляют собой всего лишь булавочные уколы на поверхности нашей планеты, диаметр которой достигает почти 13 тысяч километров, то станет ясно, что говорить о коренной нехватке любого элемента или минерала просто бессмысленно. В 10—15 километрах под

нами лежат все виды полезных ископаемых, какие только могут нам понадобиться. И нам не придется самим добираться до них. Использование людей для подземной разработки полезных ископаемых постепенно — и более чем своевременно — сокращается. Зато машины смогут отлично работать при температурах в несколько сот градусов и давлениях в десятки атмосфер. Именно так и будут работать на глубинах в несколько километров от дневной поверхности роботы-кроты недалекого будущего.

Конечно, разрабатывать существующими методами пласты, залегающие на глубине нескольких километров, чересчур сложно и дорого. А раз так, мы должны открыть совершенно новые способы, как это уже сделано в добыче нефти и серы. Прямая необходимость да к тому же и научная любознательность вынудят нас заняться теми проектами, которые уже описаны мной в главе 9.

Теперь давайте несколько расширим наши горизонты. До сих пор мы рассматривали в качестве источника полезных ископаемых только *нашу* планету. Но Земля ведь содержит всего лишь около трех миллионных долей общей массы вещества солнечной системы. Правда, более чем 99,9 процента этого вещества приходится на долю Солнца, откуда, на первый взгляд, извлечь его невозможно. Однако суммарная масса планет, их спутников и астероидов в четыреста пятьдесят раз превышает массу Земли. Хотя наибольшая часть этой массы сосредоточена в Юпитере (318 земных масс), но доля Сатурна, Урана и Нептуна также достаточно внушительна (соответственно 95, 15 и 17 земных масс).

Учитывая современную астрономическую стоимость космического полета (доставка каждого килограмма полезного груза даже на ближайшую околоземную орбиту обходится в несколько тысяч долларов), предположение о том, что мы когда-нибудь сможем добывать где-то на другом краю солнечной системы и перевозить оттуда миллионы тонн полезных ископаемых, может показаться чистой фантастикой. Даже перевозка золота вряд ли окупилась бы; выгодно было бы перевозить лишь алмазы.

Однако такая точка зрения несет на себе печать современного примитивного уровня космонавтики,

обусловленного крайне низкой эффективностью ее средств. Не очень-то приятно сознавать это, но ведь *если бы* мы умели действительно эффективно использовать энергию, то на отправку одного фунта полезного груза в космос с полным отрывом от Земли нам потребовалось бы затратить всего 25 центов на химическое горючее, а доставка его с Луны на Землю обошлась бы всего в 1—2 цента. По ряду причин эти цифры представляют собой недостижимый идеал, но они показывают, сколь огромен простор для усовершенствований. Некоторые исследования в области ядерных двигателей дают основания полагать, что даже в рамках предвидимого развития техники космический полет будет стоить не дороже полета на реактивном самолете, а перевозка грузов обойдется намного дешевле.

Займемся сначала Луной. Пока мы еще ничего не знаем о ее минеральных ресурсах, однако они должны быть колоссальны, а в некоторой части ее богатства могут оказаться уникальными. Поскольку Луна лишена атмосферы и обладает сравнительно слабым гравитационным полем, то вещество с поверхности Луны можно было бы метать «вниз» на Землю с помощью электрокатапульт или пусковых рельсовых установок. Ракетного топлива на это не потребуется — достаточно будет потратить несколько центов на электроэнергию, чтобы отправить килограмм полезного груза. Капитальные затраты на метательную установку будут, конечно, очень велики, но они окупятся многократным использованием.

Таким образом, если на Луне начнутся крупные промышленные разработки, представляется теоретически возможным переправлять добытые там материалы на Землю большими партиями на борту грузовых кораблей-роботов. Такие корабли смогут приземляться на заранее подготовленные посадочные площадки, предварительно погасив в верхних слоях атмосферы огромную скорость, с какой они возвращаются к Земле (около 40 000 километров в час). Расход ракетного топлива при этом будет очень невелик — только на ориентацию корабля и управление им на участке спуска главным источником энергии будет стационарная силовая станция метательной установки, построенной на Луне.

Углубимся дальше в космическое пространство. Мы знаем, что в солнечной системе рассеяно колоссальное количество металла, в том числе много превосходного никеля и железа в виде метеоритов и астероидов. Самый крупный из астероидов, Церера, имеет диаметр, равный 720 километрам, а астероидов с поперечником более полутора километров, возможно, существуют тысячи. Интересно отметить, что одного железного астероида диаметром в 270 метров вполне хватило бы для удовлетворения годовой потребности мира.

Астероиды как источники сырья особенно привлекательны тем, что их гравитационные поля крайне слабы. Чтобы покинуть астероид, практически почти не нужно затрачивать энергию; с небольшого астероида человек легко может оторваться прыжком. Когда ядерные ракетные двигатели будут усовершенствованы, возможно, окажется целесообразным сталкивать астероиды (пусть самые маленькие) с их орбит и переводить на такие траектории, которые приведут их, скажем, через год в непосредственное соседство с Землей. Здесь они будут задержаны на околоземной орбите, пока их не раздробят на куски подходящих размеров; возможно и другое решение — целиком сбрасывать астероиды на Землю.

Эта последняя операция почти не потребует затрат топлива, ибо всю работу выполнит гравитационное поле Земли. Однако она потребует исключительно точного и абсолютно надежного наведения, так как последствия ошибки могут быть настолько ужасны, что лучше об этом не думать. Даже очень маленький астероид способен стереть с лица Земли большой город, а падение астероида, содержащего годовой запас железа для всей планеты, было бы эквивалентно взрыву мощностью в 10 000 мегатонн. При его падении образовалась бы воронка по меньшей мере в десять раз больше Аризонского кратера. Поэтому, пожалуй, лучше будет использовать в качестве разгрузочной площадки не Землю, а Луну.

Если когда-нибудь человечество найдет способы управления гравитационными полями (эта проблема обсуждалась в главе 5), то подобные космические инженерные мероприятия станут гораздо более приятными. Тогда нам, возможно, удастся аккумулировать

колоссальную энергию падающего астероида и использовать ее так, как мы используем сегодня энергию падающей воды. Эта энергия будет, так сказать, добавочной премией в дополнение к целой горе железа, которую мы плавно опустим на Землю. Правда, эта идея представляет собой пока что чистейший вымысел, однако нам не следует отбрасывать ни одного проекта, если в нем соблюдается закон сохранения энергии.

Отправка материалов с поверхности планет-гигантов — гораздо менее привлекательное предложение, чем разработка астероидов. Мощные гравитационные поля сделают решение задачи трудным и дорогостоящим даже при наличии неограниченных ресурсов термоядерной энергии, а без такой предпосылки этот замысел вообще бессмысленно обсуждать. К тому же планеты типа Юпитера, по-видимому, почти исключительно состоят из малоценных легких элементов, таких, как водород, гелий, углерод и азот; все более тяжелые элементы заключены в ядрах этих планет, на глубинах, измеряемых тысячами километров.

Аналогичные соображения в еще большей степени относятся и к Солнцу. Однако в данном случае есть одно благоприятное обстоятельство, которым когда-нибудь, возможно, удастся воспользоваться. Вещество Солнца находится в плазменном состоянии, иначе говоря, оно нагрето до такой высокой температуры, что все его атомы ионизированы. Плазма проводит электрический ток гораздо лучше, чем любой металл; управление ею с помощью магнитных полей составляет основу новой науки, имеющей очень важное значение — магнитогидродинамики, сокращенно именуемой МГД (см. главу 9). Ныне мы используем различные магнитогидродинамические методы в научно-исследовательской работе и промышленности для получения и удержания плазмы при температурах, достигающих миллионов градусов. Аналогичные процессы можно наблюдать на Солнце, где магнитные поля вокруг солнечных пятен и вспышек настолько интенсивны, что они выбрасывают облака газа размером с земной шар на высоту в тысячи километров, легко преодолевая солнечную гравитацию.

Питание энергией непосредственно от Солнца может показаться фантастическим предложением, но ведь

мы уже исследуем его атмосферу радиолучами. Может быть, придет день, когда мы научимся высвобождать титанические силы, действующие на Солнце, и отбирать из его раскаленного вещества то, что нам нужно. Однако, прежде чем браться за такой прометеев подвиг, будет разумно яснее представить себе его возможные последствия.

Совершив мысленно набег на солнечную систему в поисках сырьевых ресурсов, возвратимся вновь на Землю и направим свои помыслы в совершенно иную сторону. Возможно, нам никогда и не понадобится выходить за пределы нашей планеты в поисках того, что нам нужно, потому что настанет время, когда мы научимся создавать любой элемент в любых количествах посредством ядерных превращений.

До открытия деления ядер урана в 1939 году превращение одних элементов в другие оставалось такой же мечтой, как и во времена алхимиков. С тех пор как в 1942 году начали действовать первые реакторы, было произведено значительное, измеряемое тоннами, количество синтетического элемента плутония; кроме того, в огромных количествах были получены другие элементы как побочные продукты, притом зачастую нежелательные и причиняющие много хлопот своей радиоактивностью.

Но плутоний, имеющий важнейшее военное применение, представляет собой совершенно особый случай; всем известна дороговизна и сложность установок, необходимых для его получения. Золото по сравнению с ним куда дешевле, а применение синтеза для производства черных и цветных металлов — свинца, меди или железа — представляется ныне не более вероятным, чем добыча их на Солнце.

Надо помнить, однако, что ядерная техника находится сейчас примерно на той же стадии развития, что и химическая технология в начале девятнадцатого столетия, когда еще только начинали понимать законы, управляющие ходом химических реакций. Сейчас мы синтезируем в промышленных масштабах медицинские препараты, пластические массы, которые химики совсем недавно не смогли бы получить даже в своих

лабораториях. А через несколько поколений мы, безусловно, научимся проделывать то же самое и с элементами.

Начав с простейшего элемента — водорода (один электрон вращается вокруг одного протона) или его изотопа — дейтерия (один электрон вращается вокруг ядра, состоящего из протона и нейтрона), мы можем «сплавлять» атом с атомом и получать все более и более тяжелые элементы. Именно такой процесс происходит на Солнце, а также при взрыве водородной бомбы: с помощью различных средств достигается соединение четырех атомов водорода в один атом гелия, причем в ходе этой реакции высвобождается колоссальное количество энергии. (На практике используется также и третий элемент периодической таблицы — литий.) Возбудить этот процесс исключительно трудно, управлять им еще труднее, однако это только самый первый шаг в области, которую можно назвать «ядерной химией».

При давлениях и температурах еще более высоких, чем те, что возникают при сегодняшних термоядерных взрывах или в установках для термоядерного синтеза, атомы гелия в свою очередь будут соединяться, образуя более тяжелые элементы; именно это и происходит в недрах звезд. Вначале такие реакции идут с выделением энергии, но на стадии синтеза более тяжелых элементов, начиная с железа и никеля, энергетический баланс изменяется и создание подобных элементов уже требует затрат дополнительной энергии. Дело в том, что наиболее тяжелые элементы склонны к неустойчивости и их ядра легче делятся, нежели сливаются. Образование элементов можно, пожалуй, уподобить сооружению колонны из кирпичей: вначале конструкция устойчива, но по мере роста приобретает склонность к самопроизвольному разрушению.

Это, разумеется, очень поверхностное рассмотрение ядерного синтеза; подробное описание процессов, происходящих внутри звезд, можно найти в книге профессора Хойла «Границы астрономии». Вы прочтете там, что температура звездных недр достигает одного — пяти миллиардов градусов, а давление — *миллионов миллиардов* атмосфер, из чего явствует, что такой путь решения проблемы вряд ли особенно перспективен.

Но есть другие способы вызывать реакции, кроме нагрева и сжатия. Химики знают их уже многие годы; они применяют катализаторы, которые ускоряют протекание реакций или позволяют осуществлять их при гораздо более низких температурах, нежели в обычных условиях. Большая часть современных химических производств (например, перегонка нефти) основана на использовании катализаторов. Точный состав катализаторов часто является тщательно охраняемым фирменным секретом.

Существуют ли ядерные катализаторы, подобно химическим? Да, на Солнце именно такую роль играют углерод и азот. Могут существовать и другие ядерные катализаторы, причем не обязательно простые элементы. Среди легионов частиц, ошибочно называемых элементарными, которые сейчас ставят физиков в тупик, — мезонов, позитронов и нейтрино, — могут оказаться такие, которые способны вызывать реакцию синтеза при реально достижимых температурах и давлениях. А может быть, есть и совершенно иные пути к осуществлению ядерного синтеза, столь же невообразимые сегодня, как и урановый реактор тридцать лет назад.

В наших морях содержится 100 000 000 000 000 000 тонн водорода и 20 000 000 000 000 тонн дейтерия. Скоро мы научимся использовать эти простейшие элементы для получения энергии в неограниченных количествах. Позже — вероятно, намного позже — мы сделаем следующий шаг и начнем громоздить ядерные «кирпичики» один на другой, создавая, таким образом, любой нужный нам элемент. И если, наступит такое время, когда золото, например, окажется несколько дешевле свинца, то этот факт уже не будет иметь существенного значения.

Сделанного обзора вполне достаточно, чтобы показать (хотя и не доказать), что прогрессирующее истощение сырьевых ресурсов нам не угрожает. В этой невообразимо огромной Вселенной мы никогда не будем страдать от нехватки энергии или материи. Надо только не забывать о другой опасности — что нам может не хватить ума...

13

ЛАМПА АЛАДИНА

Люди в отличие от растений не могут жить, питаясь непосредственно энергией и несколькими простейшими химическими соединениями. С тех пор как врата Эдема закрылись для них столь удручающе бесповоротно, они непрерывно борются за пищу, кров и другие средства существования. Более двух триллионов человеко-лет потрачено на извечную битву с природой, и лишь за время жизни последних четырех-пяти поколений (из общего числа пятьдесят тысяч) появились признаки некоторого облегчения этого тягостного бремени.

Это, безусловно, результат развития современной науки, и в особенности появления массового производства и автоматизации. Однако даже новейшая технология — всего лишь слабый намек на грядущие гораздо более революционные изменения методов производства. Вероятно, настанет время, когда двуединая проблема производства и распределения будет решена столь исчерпывающе, что каждый сможет обладать всем, чем захочется.

Чтобы представить себе, как этого достичь, надо забыть все современные представления о производственных процессах и возвратиться к некоторым основным научным истинам. Любой объект физического мира полностью характеризуется двумя показателями: его составом и формой или схемой. В любом простом случае это совершенно очевидно, например: «дюймовый кубик чистого железа». Здесь два выражения — «чистое железо» и «дюймовый кубик» — полностью определяют предмет и прибавить к ним уже нечего (во всяком случае, в первом приближении; конечно, инженер захотел бы узнать, каков допуск на размеры, химик — точную

степень чистоты, физик — изотопный состав). По этому краткому описанию, содержащему всего четыре слова, любой человек сможет изготовить точную копию предмета, если он обладает определенными навыками и располагает соответствующим оборудованием.

В принципе это положение справедливо и для таких более сложных предметов, как радиоприемники, автомобили, дома. В подобных случаях надо иметь не только словесное описание, но и чертежи, синьки или их современный эквивалент — импульсы, записанные на магнитной ленте. Лента, управляющая автоматической станочной линией, несет на себе в закодированной форме полное физическое описание производимого предмета. Как только лента с программой готова, акт творения закончен. Далее следует механический процесс воспроизведения, подобный печатанию листов книги по готовому набору.

Подобным полностью автоматизированным способом в последние годы изготавливают все более и более сложные изделия. Правда, начальная стоимость оборудования (и специального обучения людей) настолько велика, что процесс экономически рентабелен только в случае спроса на огромное количество одинаковых изделий. Этот метод производства требует применения узкоспециализированных машин для каждого отдельного вида изделий; машину, изготовляющую бутылки, нельзя переключить на производство головок цилиндров. Абсолютно универсальную автоматическую линию, на которой можно изготовлять *все что угодно,* изменяя лишь программы, современная техника создать бессильна.

Это может показаться недостижимым при любом уровне техники, потому что многие (вероятно, почти все) изделия, которыми мы пользуемся, и материалы, которые мы потребляем в повседневной жизни, настолько сложны, что дать их исчерпывающее детальное определение невозможно. Тот, кто усомнится в этом, пусть попробует составить *полное* описание костюма, бутылки молока или яйца так, чтобы некое всемогущее существо, никогда не видевшее ни того, ни другого, ни третьего, смогло бы идеально точно их воспроизвести.

Пожалуй, в наши дни можно исчерпывающе описать костюм, но при условии, что он сшит из синтетической ткани, а не из природных материалов, вроде шерсти или шелка. Бутылка молока — это проблема, с которой, возможно, и справятся биохимики будущего, но я очень удивлюсь, если в нынешнем веке мы сумеем осуществить полный анализ всех жиров, белков, солей, витаминов и бог знает чего еще, что входит в состав этого самого всестороннего продукта питания. А что касается яйца, то оно представляет собой объект еще более высокого порядка сложности, как по химическому составу, так и по структуре; большинство людей вообще будут отрицать, что его когда-нибудь смогут создать иначе, чем традиционным способом.

И все же не будем терять надежду. В главе 7, обсуждая возможность мгновенного перемещения, мы рассмотрели устройство, которое могло бы осуществить «развертку» твердого тела, атом за атомом, и сделать «запись», поддающуюся воспроизведению либо на месте, либо на каком-то удалении. Современное состояние науки не позволяет ни создать подобное устойство, ни даже составить хотя бы самое отдаленное представление о его конструкции. Однако если предположить, что такое устройство будет воспроизводить только достаточно простые неодушевленные предметы, то ничего абсурдного в этой идее нет, и никаких возражений философского характера она не вызывает. Полезно вспомнить, что обычный фотоаппарат за тысячную долю секунды создает «копию» картины, содержащей миллионы деталей. Художникам средневековья это показалось бы истинным чудом. Фотоаппарат и представляет собой универсальную машину для воспроизведения со значительной, хотя и не абсолютной точностью *любых* сочетаний света, тени и красок.

Сегодня мы располагаем устройствами, выполняющими куда более сложные задачи, чем фотоаппарат, хотя широкой публике не известны даже названия многих из них. Нейтронные активационные анализаторы, спектрометры для инфракрасного и рентгеновского излучения, газовые хроматографы — все эти приборы могут выполнить за считанные секунды детальный анализ сложных веществ, над которым еще в прошлом поколении химики безуспешно бились бы многие не-

дели. В будущем ученые получат в свое распоряжение намного более изощренные приборы, которые смогут раскрыть все тайны любого объекта и автоматически записать все его характеристики. Даже чрезвычайно сложный объект можно будет описать исчерпывающим образом, причем эта запись уместится в весьма небольшом объеме носителя информации. Для записи Девятой симфонии Бетховена достаточно нескольких сотен метров ленты, а в этой симфонии содержится намного больше информации или деталей, чем, скажем, в часах.

Труднее всего представить себе, каким будет процесс «воспроизведения» физической реальности по записи. Однако многие, наверное, удивятся, узнав, что подобное воспроизведение уже осуществляется в малых масштабах в некоторых производственных процессах. Так, в новой области техники — микроэлектронике — создаются сплошные (монолитные) схемы для электронной аппаратуры посредством управляемого напыления атомов буквально слой за слоем. Получаемые компоненты схем часто бывают настолько малы, что их невозможно увидеть невооруженным глазом (некоторые из них невидимы даже в мощный микроскоп). Управление таким процессом, разумеется, автоматизировано. Я склонен считать, что этот процесс — одно из первых, простейших завоеваний на пути к той системе производства, которую мы сейчас только еще пытаемся представить себе. Подобно тому как ткацкий станок Жакарда, в течение двухсот лет уже управляемый перфорированной лентой, изготовляет ткани самого сложного рисунка, так когда-нибудь появятся у нас другие машины, которые смогут манипулировать своего рода трехмерными основой и утко́м, для организации пространственных структур твердых тел в любых масштабах, начиная с атомов. Но если бы мы сейчас попытались сконструировать такие машины, то это походило бы, пожалуй, на придуманную нами попытку Леонардо да Винчи создать телевизионную систему (см. главу 7).

Теперь давайте перешагнем несколько столетий интенсивных усовершенствований и открытий и попробуем представить себе, как будет работать такая машина, которую мы назовем репликатором. Репликатор должен, вероятно, состоять из трех основных частей:

хранилища, запоминающего устройства и организующего устройства. Хранилище должно накапливать все необходимые исходные материалы или иметь доступ к их источникам. «Память» машины должна хранить записи программ, детально определяющих порядок изготовления всех предметов, масса, размеры и сложность которых не превышают пределов, предусмотренных для машины. В этих пределах машина сможет изготовлять все — совершенно так же, как проигрыватель воспроизводит любую музыку, записанную на пластинку. Физические размеры «памяти» могут быть совсем невелики, даже если в нее будет заложена большая библиотека программ по изготовлению наиболее распространенных изделий. Можно представить себе даже нечто вроде справочника, наподобие каталога универсального магазина, где каждому названию присвоено кодовое число, которое можно набрать на диске при необходимости доставить то или иное изделие.

Организующее устройство будет в соответствии с программами перерабатывать исходные материалы и выпускать совершенно готовый продукт или давать сигнал тревоги, если ему не хватает того или иного материала. Впрочем, если превращение элементов удастся надежно осуществить в малых масштабах, о сырье беспокоиться не придется: репликатор сможет работать, не потребляя ничего, кроме воды или воздуха. Располагая простейшими элементами: водородом, азотом и кислородом, машина будет синтезировать более тяжелые элементы, а затем организовывать их так, как требуется. Но при этом понадобится очень чувствительный и абсолютно надежный метод балансирования массы и энергии, иначе репликатор будет выделять в виде весьма нежелательного побочного продукта, пожалуй, побольше энергии, чем водородная бомба. Этот избыток энергии можно было бы направить на изготовление какой-нибудь легко удаляемой «золы», вроде свинца или золота.

Несмотря на все сказанное ранее о невероятных трудностях синтеза высших органических структур, было бы нелепо предполагать, что машины не смогут в конце концов создавать любое вещество, изготовляемое живой клеткой. Всех фанатичных приверженцев витализма, которые еще сомневаются в этом, мы отсылаем

к главе 18, где они узнают, почему неодушевленные устройства по самой своей сути могут быть гораздо более эффективными и гибкими, чем живые существа, хотя на современном этапе развития техники они еще очень далеки от этого. Поэтому нет оснований сомневаться, что в конечном счете репликатор сможет производить любой пищевой продукт, какой только человек в состоянии пожелать или придумать. Сотворение безупречно приготовленного филе «миньон» может длиться на несколько секунд больше и потребует больше исходного материала, чем создание чертежной кнопки, но в принципе это одно и то же. Если это покажется удивительным, то напомним, что сегодня никто не изумляется современным средствам звукозаписи, позволяющим воспроизвести высочайшее вдохновение Стравинского с такой же легкостью, как и звучание камертона.

Пришествие репликатора будет означать, что настал конец заводам и фабрикам; прекратятся, вероятно, и перевозки сырья, отпадет необходимость в сельском хозяйстве. Отомрет вся структура промышленности и торговли в ее современном виде. Каждая семья будет на месте производить все, что ей нужно, как это, по существу, делалось на протяжении большей части истории человечества. Нынешняя эра массового производства будет рассматриваться тогда как непродолжительный период между двумя длительными эпохами натурального хозяйства, единственными ценными предметами обмена будут матрицы или записи, которые нужно вводить в репликатор для управления его созидательной работой.

Я уверен, что все дочитавшие мою книгу до этой строки скажут: но такой репликатор будет стоить так дорого, что никто не сможет купить его. Да, это правда, первый экземпляр будет стоить, наверно, не меньше триллиона долларов, причем эти затраты распределятся на несколько столетий. Зато второй образец уже ничего не будет стоить, так как первой задачей репликатора явится создание других репликаторов. Здесь, пожалуй, уместно будет напомнить, что в 1951 году выдающийся математик Джон фон Нейман сформулировал важный принцип, который утверждает возможность создания машины, способной воспроизводить

любые другие машины, в том числе и самое себя. Кстати, человечество убедительно доказывает справедливость этого принципа более ста тысяч раз в течение суток.

В обществе, обладающем репликатором, все материальные блага станут буквально дешевле дешевого. Использованные носовые платки, бриллиантовые тиары, совершенно неотличимые копии «Джоконды», единожды надеванные норковые пелерины, недопитые бутылки самого превосходного шампанского — все это по мере того, как отпадёт надобность, будет выбрасываться в мусоропровод. Даже мебель в домах будущего может исчезать на то время, пока она не нужна.

На первый взгляд может показаться, что в такой баснословно богатой Утопии, в мире, далеко превосходящем самые необузданные мечты Аладина, все блага потеряют какую бы то ни было ценность. Это поверхностное суждение; так мог бы подумать монах, живший в X веке, если бы ему сказали, что когда-нибудь каждый человек сможет владеть всеми книгами, которые он в состоянии прочитать. Однако после изобретения печатного станка ценность книг и уважение к ним вовсе не умалились от того, что эти некогда редчайшие предметы ныне стали одними из самых распространенных. Равно и музыка не утратила своей прелести, хотя теперь ее можно слушать сколько угодно, лишь включив радиоприемник.

Вероятно, истинное мерило ценностей появится только когда материальные блага обесценятся. Произведения искусства будут бережно сохраняться потому, что они прекрасны, а не потому, что они редки. Ничто — никакие «вещи» — не будут цениться так высоко, как мастерство, умелые руки, владение интеллектуальной профессией. Одно из обвинений, которое часто предъявляют нашей современной культуре, состоит в том, что она материалистична. Как смешно будет оно звучать, если наука даст нам столь всеобъемлющую и абсолютную власть над материальной Вселенной, что ее дары уже не будут больше искушать нас, потому что станут слишком доступными.

Большое счастье, что репликатор — если он вообще будет когда-нибудь создан — появится лишь в отдаленном будущем, после многих социальных революций.

Наша, современная культура, заполучив такую машину, быстро скатилась бы к сибаритскому гедонизму [1], за которым последовала бы немедленно скука абсолютного пресыщения. Некоторые циники могут усомниться, способно ли вообще человеческое общество когда-нибудь приспособиться к неограниченному изобилию, к освобождению от проклятия, ниспосланного на Адама, — проклятия, которое, возможно, было скрытым благом.

Однако в каждом веке кучка избранных обладала такой свободой и отнюдь не все из них были развращены ею. По-моему, действительно цивилизованным достоин называться тот, кто способен увлеченно трудиться всю свою жизнь, даже если ему не нужно зарабатывать на хлеб насущный. Отсюда следует, что главнейшая проблема будущего — воспитание человечества; впрочем, это давно уже известно.

Итак, можно надеяться, что когда-нибудь век грохочущих заводов и битком набитых складов отойдет в прошлое, так же как отошли времена прялки, домашнего ткацкого станка и маслобойки. И тогда наши потомки, не отягощенные жаждой стяжания, вспомнят о том, что забыли многие из нас: единственное, что действительно важно в жизни, — это такие неосязаемые вещи, как красота и мудрость, смех и любовь.

[1] Гедонизм — древнегреческое этическое учение, признающее наслаждение целью жизни и высшим благом.

14

ЛЮДИ-НЕВИДИМКИ И ДРУГИЕ ЧУДЕСА

Признаюсь (хотя это признание и выдает меня с головой как современника Рин-Тин-Тин[1] и Мэри Пикфорд), что самое сильное впечатление в кино оказал на меня эпизод, когда Клод Рэйнз[2] разматывает бинт со своей головы — и обнаруживается, что под бинтом ничего нет. Идея невидимости со всем могуществом, которым обладал бы сумевший ее осуществить, извечно манит человека; мне думается, что это одно из самых распространенных тайных желаний людей. Но она давно уже не появляется в научно-фантастической литературе для взрослых — она чересчур наивна для нашего утонченного века. От нее отдает магией, которая ныне вышла из моды.

Между тем невидимость вовсе не относится к идеям, сопряженным с очевидными нарушениями законов природы; напротив, есть множество вещей, которые невозможно увидеть. Невидимо большинство газов, в соответствующих условиях невидимы и некоторые жидкости и отдельные твердые тела. Мне никогда не приходилось разглядывать большой алмаз в бокале с водой, но однажды я искал контактные линзы в ванне, и, надо сказать, они обладали такой невидимостью, что я, например, вполне удовлетворился бы ею. Многие, наверное, видели поразительные фотографии рабочих, несущих большие витринные стекла; когда стекло чистое и вдобавок покрыто слоем вещества, снижающего

[1] Рин-Тин-Тин — овчарка, популярная «героиня» голливудских фильмов конца 20-х — начала 30-х годов. — *Прим. ред.*

[2] Клод Рэйнз — герой романа Г. Дж. Уэллса «Человек-невидимка» и фильма, поставленного по этому роману. — *Прим. ред.*

отражательную способность, оно почти так же невидимо, как воздух.

Это подсказывает писателю-фантасту (если говорить о «Человеке-невидимке», то Уэллс писал фантастическое, а не научно-фантастическое произведение) легкое решение. Его герою надо было «всего-навсего» изобрести некий препарат, который придавал бы телу оптические свойства воздуха и он мигом становился бы невидимым. К сожалению, — а может быть, к счастью — это невозможно, и легко объяснить почему.

Прозрачность — очень необычное свойство. Оно присуще лишь немногим веществам и связано со строением их молекул. Если бы атомы располагались в них как-нибудь иначе, вещества утратили бы прозрачность — и стали бы другими веществами. Нельзя взять наудачу любое соединение и, подвергнув всяким химическим процедурам, сделать его прозрачным. Даже если бы это и удалось в каком-нибудь частном случае, то вряд ли помогло бы вам стать невидимкой, потому что человеческое тело состоит буквально из миллиардов различных и невероятно сложных химических соединений. Я сомневаюсь, хватит ли продолжительности жизни всего человеческого рода на выполнение необходимых исследований каждого из этих соединений.

Кроме того, существенные свойства многих (если не большинства) соединений связаны с тем обстоятельством, что они непрозрачны. Это самоочевидно, например, для светочувствительных химических соединений сетчатки глаза, от которых зависит наше зрение. Если они не будут поглощать свет, мы не сможем видеть, а если наше тело станет прозрачным, глаза не смогут работать, потому что их буквально захлестнет свет со всех сторон. Нельзя же сделать фотокамеру только из прозрачного стекла.

Менее очевиден тот факт, что устойчивость неисчислимого множества биохимических реакций, от которых зависит жизнь, будет совершенно нарушена или же они вовсе прекратятся, если молекулы, участвующие в них, станут прозрачными. Человек, достигший невидимости с помощью химических препаратов, был бы не только слепым — он был бы мертвым.

К этой проблеме нужен более хитроумный подход. Напрашивается несколько возможных путей ее решения.

Часть из них уже была исследована самой природой; если какую-нибудь задачу можно решить, природа, как правило, рано или поздно решает ее. Во многих случаях камуфляж ничуть не хуже невидимости, а иногда даже лучше ее. В самом деле, чего ради терпеть муки, добиваясь подлинной невидимости, если тех, кто смотрит на вас, можно убедить, что вы — вовсе не вы, а нечто совсем иное? «Украденное письмо» Эдгара По и «Невидимый человек» Честертона представляют собой любопытные вариации на эту тему. В менее известном рассказе Честертона речь идет об убийстве, совершенном в доме, в который, по утверждению всех свидетелей, никто не входил. «Тогда кому же принадлежат эти следы на снегу?» — спрашивает патер Браун со своей обычной напускной наивностью. Никто не заметил почтальона, хотя все *видели* его.

Многие насекомые и наземные животные выработали в себе замечательную способность к камуфляжу. Однако их маскировка, будучи неизменной, эффективна только при соответствующих условиях окружающей среды; при других она может оказаться более чем бесполезной. Величайшие мастера обмана, способные изменять свою внешность, приспосабливаясь к фону, живут не на суше, а в море. Камбала и каракатица обладают почти невероятной властью над узорами и оттенками окраски своего тела и способны изменять свою окраску в случае надобности за несколько секунд. Если положить камбалу на шахматную доску, она воспроизведет точно такие же белые и черные квадраты на своей спине; ей приписывают даже способность вполне успешно копировать рисунок шотландского пледа.

Способность подделываться под фон, расположенный позади, можно назвать своего рода псевдопрозрачностью. Ясно, однако, что она может ввести в заблуждение только наблюдателей, смотрящих на вас с одной стороны. Для камбалы такое свойство подходит вполне — по той простой причине, что она плоская и прячется от хищников на дне. В толще воды этот трюк помогает слабее, хотя и здесь он кое-что дает; именно поэтому у многих рыб верхняя часть тела окрашена в темные цвета, а нижняя — в светлые. Благодаря этому они менее заметны и сверху и снизу.

Ни одна мыслимая оптическая или телевизионная система не может передать изображение фона сквозь расположенное впереди него твердое тело так, чтобы оно было невидимым более чем в очень ограниченном числе ракурсов. Это можно доказать, мысленно проделав сложный эксперимент, который вряд ли кто-нибудь попытается осуществить на практике. Речь идет, так сказать, о моделировании с помощью электронной техники того «фокуса», который проделывает камбала, когда ее кладут на шахматную доску.

Представьте себе человека, помещенного между двумя большими телевизионными экранами. Пусть у него будут также две телевизионные камеры: одна направлена вперед, а другая — назад. Камера, направленная вперед, передает изображение на экран, расположенный позади человека, а камера, направленная назад, — на передний экран.

Если обе телевизионные системы (обязательно цветные!) точно отрегулированы, то человек будет совершенно невидимым при наблюдении с двух точек: непосредственно перед ним, и непосредственно позади него. Наблюдатели, расположившиеся в этих точках, будут думать, что они видят некий отдаленный фон, в то время, как в действительности часть их поля зрения — площадь, прикрывающая человека, — всего лишь изображение, точно совпадающее с этим фоном. Малейшее смещение положения наблюдателя нарушит иллюзию: телевизионное изображение покажется либо слишком большим, либо слишком маленьким или не будет совпадать с элементами реального фона, как бывает при смещении одной из панелей кругового экрана панорамного кино.

Ясно, что такого рода невидимость, основанная на «передаче изображения», была бы безнадежно ограниченной по своим возможностям. Мне вспоминается всего один рассказ, в котором использована родственная идея. В тридцатых годах в добром старом журнальчике «Эмейзинг сториз» («Занимательные истории») было напечатано что-то вроде сказки, в которой описывался стеклянный ящик, по размерам похожий на гроб. Он был сделан из призм; сквозь них благодаря преломлению света был виден фон, находившийся за ящиком; внутри ящик был пустой и в нем мог спрятаться человек.

Всякому, кто смотрел на этот ящик, казалось, что он глядит сквозь его стеклянные стенки на все, что находится позади; в действительности же он глядел «вокруг» ящика, в котором скрывался человек. Идея остроумна, изредка она может даже оказаться полезной — для шпионов и контрабандистов. Хотя, конечно, невозможно передать изображение через призмы, составляющие стенки ящика так, чтобы оно казалось неискаженным для наблюдателей с различных точек зрения, но в данном случае значительные искажения допустимы и даже естественны. Дальнейшее рассмотрение этой проблемы я поручаю специалистам по оптике; нам от нее пользы мало: мы ведь гонимся за полной невидимостью.

Другой, вышедший ныне из моды, фантастический способ — достижение невидимости с помощью вибраций. Сегодня мы знаем о колебаниях гораздо больше, чем прошлое поколение, когда Вибрации (с большой буквы) состояли на вооружении каждого спирита и медиума. Радиосвязь, сонары, печи для варки пищи инфракрасными лучами, ультразвуковые мойки и тому подобные устройства бесповоротно спустили колебания на Землю, и мы уже не ждем от них мистических чудес.

Колебательная невидимость, однако, несколько более правдоподобна, нежели ее наивный химический вариант, на который польстился Уэллс. Она основана на хорошо знакомой аналогии: каждый знает, как «исчезают» лопасти вентилятора, когда электромотор набирает полное число оборотов. Предположите теперь, что все атомы нашего тела можно заставить колебаться с достаточно высокой частотой...

Аналогия эта, разумеется, ошибочна. Мы видим не *сквозь* лопасти вентилятора, а мимо них. В любой момент времени какая-то часть заднего плана остается не закрытой, и при достаточно большой скорости вращения за счет инерции зрительного восприятия создается впечатление, что мы непрерывно видим все то, что находится сзади лопастей. Если бы лопасти вентилятора перекрывали одна другую, то они оставались бы непрозрачными при любой сколь угодно большой скорости вращения.

Кроме того, здесь возникает еще одно осложнение. Колебательное движение связано с теплом — оно, по существу, и есть тепло, а наши атомы и молекулы и так движутся с предельной скоростью, какую только мы в состоянии выдержать. Еще задолго до того, как человек смог бы стать невидимым за счет колебательного движения, он просто-напросто сварился бы.

Положение, таким образом, не дает особых оснований для оптимизма; покров невидимости, по-видимому, является мечтой, выходящей за рамки научной осуществимости. Но тут нас подстерегает неожиданность. Подумаем — с того ли конца беремся мы за решение проблемы невидимости? *Объективная* невидимость, может быть, и недостижима, но ведь *субъективная* невидимость возможна и очень часто демонстрируется публично!

Опытный гипнотизер может заставить не видеть того или иного человека, причем сила психического воздействия настолько велика, что гипнотизируемый способен не видеть даже человека, стоящего перед самым его носом. Он пойдет на любые хитрости, чтобы обосновать «отсутствие» невидимого им человека, если тот попытается доказать, что он тут присутствует. В конце концов объект гипноза может даже проявить истерическую реакцию, если, например, увидит, что мебель, к которой, по его мнению, никто не прикасается, начнет путешествовать по комнате.

Этот факт почти столь же удивителен, как и подлинная невидимость, если бы такая существовала. Он позволяет предположить, что при соответствующих обстоятельствах и под определенным воздействием (распыление в воздухе медицинских препаратов, внушение, отвлечение внимания и т. п.) человек может стать совершенно невидимым для достаточно большой группы людей, которые при этом будут абсолютно уверены, что они полностью владеют всеми своими органами чувств. Я выдвигаю эту идею без особой уверенности, но моя интуиция мне подсказывает, что если невидимость и *будет* когда-нибудь достигнута, то именно этим путем. Ее нельзя осуществить ни химическими препаратами, ни оптическими устройствами, ни с помощью вибраций.

Есть, однако, более чем достаточная замена невидимости, по крайней мере в фантастике. Любого человека-невидимку можно обнаружить и поймать самыми различными способами; иное дело — как бы это назвать? — *неосязаемый* человек. Если бы можно было выбирать между невидимостью и способностью проходить сквозь стену, я могу наперед сказать, что́ из двух предпочло бы большинство людей.

Несколько писателей-фантастов (особенно Уил Дженкинс, он же Мюррей Лейнстер) смело пытался подвести рациональную основу под идею о проницаемости твердых тел. Их доводы, как правило, сводились к следующим соображениям.

Так называемое «твердое» вещество в действительности представляет собой почти совершенно пустое пространство — это всего-навсего ничтожное количество частиц электричества в огромной пустоте. Пустые пространства внутри атомов относительно столь же велики, как пространства между планетами или между звездами. Подобно тому как две солнечные системы или даже две галактики могут пройти одна сквозь другую без единого случая прямого физического столкновения, два твердых тела могут пройти одно сквозь другое, если бы только мы знали, как заставить их это сделать.

Более двадцати лет назад остроумный Мюррей Лейнстер использовал аналогию, которая с тех пор врезалась мне в память. Одну колоду карт можно пропустить через другую без особого труда, если обе колоды держать взаимно параллельно. Но смешайте их в полном беспорядке, так, чтобы карты торчали во все стороны, и вам уже не удастся повторить опыт. Поэтому нам требуется некое поляризующее поле, которое выравнивало или ориентировало бы все атомы в теле; если мы сумеем добиться этого, два твердых тела смогут проскользнуть одно сквозь другое, точь-в-точь как две взаимно параллельные колоды карт.

Этот довод был достаточно хорош для научно-фантастического журнала «Эстаундинг сториз» 1935 года, но я боюсь, что он будет неубедителен для нынешнего пресыщенного поколения. Верно, солнечные системы и галактики могут взаимопроникать одна сквозь другую без непосредственных физических столкновений, однако подобное событие оставляет неизгладимые следы на

обоих его участниках. Хотя солнца и их планеты при этом могут подходить друг к другу не ближе чем на миллионы километров, однако гравитационные взаимодействия отклонят их на совершенно новые орбиты. А когда сталкиваются две галактики, взаимодействие между разреженными облаками межзвездного газа вызывает выделения огромных количеств энергии — самые мощные из всех наблюдаемых нами во Вселенной и ныне; эти колоссальные вспышки радиоизлучения мы теперь умеем обнаруживать на удалении в десять миллиардов световых лет.

Примерно так же при взаимопроникновении двух твердых тел силы взаимодействия между их атомами и молекулами настолько изменят их структуру, что оба тела станут неузнаваемыми. Газы и жидкости проницаемы потому, что они не обладают (или обладают в очень малой степени) внутренней структурой; они аморфны, и, сколько бы их ни «тасовали», ничто в них не меняется. Хаос остается хаосом. А все твердые тела обладают внутренней архитектоникой, которая может быть исключительно сложной. Она существует по меньшей мере на двух уровнях — микроскопическом и молекулярном. Эта структура поддерживается электрическими и другими силами; если изменить эти силы, тело станет чем-то иным, причем это изменение будет необратимым. Те, кто мне не верит, пусть попробуют восстановить до первоначального состояния разбитое и взболтанное яйцо, — а это весьма простая задача по сравнению с восстановлением первоначальной формы двух твердых тел, которые были «продеты» одно сквозь другое.

Возможен, однако, иной путь прохождения сквозь вещество — путь тернистый и малоизведанный, ибо он ведет нас в четвертое измерение. Давайте же наберемся храбрости и, пренебрегая невнятными и устрашающими воплями, которые доносятся сквозь мглу с обеих сторон, устремимся вперед по этому рискованному пути.

В самом деле, понятие «четвертого измерения» можно легко очистить от наносов оккультизма и всякого иного вздора с помощью простого семантического приема. В нашем контексте под термином «измерение» понимается не что иное, как «направление». Вот мы и

будем пользоваться этим словом; от него не зазвенят спиритические колокольчики и не вспомнятся мадам Блаватская и прочие теософы.

Все мы знаем, что означает слово «направление». В этом понятии отражен повседневный опыт: в нашем обычном мире местоположение любого предмета можно исчерпывающим образом определить тремя направлениями, или координатами, как их называют математики. Мы вправе совершенно произвольно для удобства выбрать в качестве трех исходных направлений «север — юг», «восток — запад» и «верх — низ». Порядок этих направлений можно изменять, так как в конце концов не важно, какое из направлений (или измерений) является первым, вторым или третьим, — важно лишь то, что их только три. Никому еще не удавалось найти такое место, которого нельзя было бы достичь (по крайней мере в принципе) путем перемещения вдоль первого, второго и третьего направлений.

Хотя наша Вселенная имеет только три направления, можно представить себе, что существуют еще и другие направления, которые по тем или иным причинам недоступны для восприятия нашими органами чувств. Следовательно, можно представить себе геометрии, которые настолько же сложнее стереометрии, насколько стереометрия сложнее планиметрии. Мы можем говорить, даже не умея представить себе этого зрительно, о последовательности одномерной прямой линии, двумерного квадрата, трехмерного куба и четырхмерного гиперкуба. Эта последняя фигура обладает очень интересными и легко доступными для понимания свойствами (ее «гранями» являются восемь кубов, подобно тому как гранями куба являются шесть квадратов). Однако детальное исследование этих свойств увело бы нас в сторону от темы, и я скрепя сердце не стану делать этого. Надо сказать, что гиперкуб — моя слабость; моим первым выступлением по телевидению была двадцатиминутная лекция о его свойствах с демонстрацией самодельных проволочных моделей. Эта лекция передавалась непосредственно в эфир, без предварительной записи на пленку. После такого боевого крещения все последующие телевизионные выступления были для меня детской игрой.

Лучший способ быстро познакомиться с четвертым измерением — это сделать шаг вниз, в мир двух измерений. Нетрудно представить себе вселенную, не имеющую высоты, — это плоский мир, который можно было бы поместить между двумя листами стекла, бесконечно плотно прижатыми друг к другу. Назовем эту вселенную Флатландией[1]; если бы в ней жили разумные существа, они отлично знали бы плоские фигуры — линии, окружности, треугольники, но были бы совершенно неспособны представить себе столь невероятные предметы, как шары, кубы или пирамиды.

Во Флатландии любая замкнутая кривая, например окружность, *полностью* ограничивала бы собой некоторое пространство. Проникнуть в него извне можно было бы, только разорвав кривую или пройдя сквозь нее. Подвалами банка Флатландии могли бы служить простые квадраты, и тем не менее их содержимое было бы надежно защищено.

Но для подобных нам существ, способных двигаться вдоль третьего направления — в высоту, такие банковские подвалы были бы открыты настежь. Мы могли бы не только заглянуть в них, но и забраться туда, унести все их содержимое, подняв его над «стеной», а потом сбросить его назад во Флатландию, чтобы заставить местную полицию ломать голову над волнующей и неразрешимой загадкой. Ведь для них это означало бы, что ограблено запечатанное помещение, хотя никто не переступил его порога.

Смысл этой аналогии станет очевидным, если мы распространим ее на нашу Вселенную. Для существа, способного двигаться вдоль четвертого направления, в нашем трехмерном мире не существовало бы замкнутых пространств (заметим, что ему нужно было бы переместиться лишь на ничтожную долю миллиметра в этом направлении, точно так же, как нам достаточно подпрыгнуть на толщину волоска, чтобы преодолеть стены Флатландии). Оно могло бы вылить содержимое яйца, не разбив его скорлупы, сделать операцию, не оставив шрамов, пройти в закрытую комнату не сквозь ее стены, а мимо них. Любой добропорядочный гражданин

[1] Флатландия (Flatland) — буквально «плоская страна». — *Прим. ред.*

может представить себе бесчисленное множество других интересных возможностей.

Я не думаю, что можно поставить под сомнение логичность такого хода суждений, хотя сама Флатландия становится несколько малоубедительной, когда мы попытаемся разобраться в ее физике. Четвертое направление пространства, пожалуй, может существовать, хотя обнаружить его будет чрезвычайно трудно. (Кстати, здесь нас не интересует тот факт, что четвертым измерением часто называют время). Сейчас мы рассматриваем только *пространственные* измерения; кто захочет излишне усложнить вопрос рассмотрением фактора времени, пусть назовет его, скажем, пятым измерением, чтобы не путать с теми четырьмя, в которых мы пытаемся разобраться.

Есть еще одна возможность: если даже четвертого направления, или измерения, пространства нет в природе, быть может, мы сумеем осуществить такое развитие пространства искусственно. Ведь и нужно-то, в конце концов, очень немного: одной миллионной доли сантиметра будет вполне достаточно. Мы искривляем пространство, правда в ничтожной степени, всякий раз, когда создаем электрическое или магнитное поле. Может быть, нам когда-нибудь удастся изогнуть часть пространства под прямым углом к нему самому.

Если вы решите, что все это сумасбродные и крайне далекие от реальности рассуждения, не подкрепленные никакими фактами, вы будете правы на 99 процентов. Однако с недавних пор я стал относиться к четвертому измерению несколько более серьезно, чем прежде; причина этого — одно тревожное, можно сказать, катастрофическое происшествие в ядерной физике, которое заставило всех глубоко призадуматься. Это происшествие затронуло один из краеугольных постулатов повседневной жизни, никем обычно не замечаемых. Я имею в виду различие между правой и левой сторонами.

Вернемся на мгновение во Флатландию. Вообразим прямоугольник в этом двумерном мире и предположим, что он разрезан на две половинки по диагонали. (Я предлагаю вам взять листок бумаги и разорвать его пополам по диагонали, чтобы проследить за этим опытом. Но помните: листок должен быть прямоугольным, а не квадратным.)

Получившиеся две треугольные половинки прямоугольника одинаковы во всех отношениях. Это можно доказать, наложив одну из половинок на другую, — мы увидим, что они точно совмещаются. Флатландцам, разумеется, не удалось бы проделать такой эксперимент в силу самой природы их вселенной, но они могли бы осуществить нечто эквивалентное ему — сделать отметки около концов одного треугольника, сдвинуть его и затем убедиться, что второй треугольник займет точно такое же место. Таким образом, эти треугольники во всех отношениях равны или, как сказал бы Евклид, конгруэнтны.

Вы спросите: какое отношение все это имеет к путешествиям сквозь стены и собиранию сувениров из подвалов Форта Нокс? Потерпите, пожалуйста, — легких путей к успеху не бывает, даже если они пролегают через четвертое измерение.

Теперь заставим флатландцев поломать головы. Поднимем один из треугольников, перевернем его нижней стороной вверх и снова опустим во Флатландию.

Вы сразу поймете, что произошло нечто странное. Хотя размеры треугольников по-прежнему равны, но они перестали быть одинаковыми. Они стали зеркальными изображениями друг друга — одно левостороннее, другое правостороннее. И сколько бы флатландцы ни передвигали и ни поворачивали эти треугольники, они уже не смогут занимать одно и то же место на плоскости. Они отличаются друг от друга, как пара ботинок или перчаток или как винты с правой и левой резьбой.

Столкнувшись с волшебным превращением тела в свое зеркальное изображение, достаточно сообразительный флатландец мог бы прийти к единственно возможному объяснению: это тело было «повернуто» в пространстве под прямым углом к их вселенной, в мифическом третьем измерении. Совершенно аналогично, если мы когда-нибудь обнаружим превращение твердых тел в их зеркальные изображения, это будет доказательством существования четвертого измерения [1].

[1] Г. Дж. Уэллс использовал эту идею в «Рассказе Платтнера», где человек стал «зеркальным» после путешествия сквозь четвертое измерение, причем с ним ничего не случилось, если не считать того, что любой хирург, которому пришлось бы

Нечто подобное недавно произошло в ядерной физике; теоретики до сих пор не оправились от этого потрясения. В 1957 году рухнул один из давнишних «законов» физики — принцип четности. Его суть состоит в том, что между правым и левым нет реального различия — в природе одно равноценно другому. На протяжении десятилетий этот принцип считался самоочевидным, ибо любое другое допущение казалось абсурдным.

А теперь мы обнаружили, что в некоторых ядерных реакциях природа, так сказать, левша, а в других отдает предпочтение правой стороне. Это нарушает все наши представления о симметрии, и мне кажется (хотя тут я вторгаюсь в область, куда даже серафимы с дипломами магистров по квантовой механике не осмеливаются ступить), что из создавшегося положения можно выйти, только призвав на помощь четвертое измерение. Тогда правосторонность и левосторонность больше не тревожили бы нас — они были бы идентичны. В четырехмерной вселенной это различие исчезает — и, естественно, исчезает парадокс, смущающий ныне физиков. Комитет по Нобелевским премиям может связаться со мной через моих издателей.

Если кому-нибудь покажется, что проявления четырехмерности в масштабах атомного ядра, даже если они и существуют, слишком малы, чтобы представлять практический интерес, я могу напомнить, что не так давно деление урана затрагивало всего лишь горстку атомов, а никак не человечество. Важен принцип, проблемой масштабов можно заняться и позже.

Должен признаться, что, приступив к поискам решения проблемы невидимости, я не думал, что через несколько страниц они приведут меня к четвертому измерению. Но это типично для науки; прямой и очевидный подход к решению проблемы часто оказывается ошибочным: программа исследований, направленная к ка-

оперировать Платтнера, был бы совершенно сбит с толку. В своем произведении «Техническая ошибка» я указывал, что в данном случае могли произойти и другие осложнения: «зеркальный» человек мог бы умереть от голода среди изобилия пищи, так как многие органические химические соединения обладают зеркальной симметрией и он, возможно, не смог бы усваивать необходимые составные части пищи.

кой-либо одной цели, приводит к совершенно другому открытию. На протяжении столетий алхимики смешивали бесчисленные снадобья в поисках золота; золота они так и не нашли, но зато создали химию. Путь к превращению элементов лежал, оказывается, не через реторту и тигель; началом его послужила сверкающая плазма вакуумного прибора. И привел он к металлам более драгоценным и даже более «дьявольским», чем золото.

Невидимость, проникновение сквозь твердые вещества, четвертое измерение — все это мечты и грезы науки. В высшей степени вероятно, что они навсегда ими и останутся. Но в прошлом случались вещи намного более странные, случаются они и теперь. Когда я пишу эти слова, мою комнату и мое тело пронизывают мириады частиц, которых я не могу ни видеть, ни ощущать; часть из них проносится, подобно беззвучному урагану, сквозь всю твердую толщу нашей планеты и улетает дальше. Перед такими чудесами отступает недоверчивость; начинаешь понимать, что есть смысл проявить скепсис и по отношению к самому скептицизму.

15

ДОРОГА В ЛИЛИПУТИЮ

Когда в начале XVII века был изобретен микроскоп, перед людьми раскрылась совершенно новая область мироздания. Оказалось, что за пределами видимого невооруженным глазом находится целая вселенная невообразимо крошечных живых созданий, о существовании которой никто и не подозревал. Это открытие, сделанное в ту же пору, когда был создан телескоп, позволивший людям заглянуть в мир, расположенный на другом конце шкалы масштабов, заставило их задуматься над проблемой размеров.

Одним из самых первых — и, конечно, самых известных — плодов этих размышлений явились «Путешествия Гулливера». Гениальный Свифт, вдохновленный собственными любительскими наблюдениями, ухватился за изменение масштабных представлений о мире, порожденное микроскопом, использовав его как сатирический прием, и теперь слова «лилипут» и «бробдингнаг» вошли в наш повседневный язык. Вошла в наш обиход и стихотворная строфа Свифта, часто, правда цитируемая невпопад:

Приметили натуралисты: у блохи
Есть тоже блохи, что ее кусают,
А тех грызет еще помельче тварь,
И так *до бесконечности* вершится...

К всеобщему облегчению скоро выяснилось, что бробдингнагов Свифта нигде на Земле нет, однако более привлекательная мысль о существовании крошечных или даже микроскопических людей продолжала волновать писателей. (Оно, конечно, приятнее: гигантов-то мы все побаиваемся, а с людьми-крошками — так почему-то нам кажется — мы справимся шутя. На самом

же деле все было бы как раз наоборот.) Есть классический рассказ о микромире — «Алмазная линза» американца Фиц-Джеймса О'Брайена, опубликованный в 1858 году. Автору было тогда двадцать с небольшим лет, но жить ему оставалось всего четыре года: его блестящая карьера была оборвана гражданской войной. «Алмазная линза», пожалуй, самая безысходная романтическая история во всей литературе. Это трагедия микроскописта, который влюбился в женщину, настолько маленькую, что ее нельзя было увидеть невооруженным глазом, она жила в капле воды.

Более поздние писатели уже не позволяли таким препятствиям, как размеры героев, становиться на пути развития сюжета; они изобретали пилюли, с помощью которых персонажи уменьшаются или увеличиваются в размерах. Бессмертная Алиса Льюиса Кэррола, вероятно, самой первой отведала одного из этих снадобий, до сих пор не вошедших в фармакопею, и неприятности, которые может повлечь за собой их употребление, нигде еще не были описаны столь ярко.

Идея микро- и субмикромира вновь возродилась в 20-х годах нашего века, когда работы Резерфорда и других ученых раскрыли ядерную природу атома. Мысль, выраженная в стихе Свифта, вновь получила подтверждение, но в куда более головокружительных масштабах. Каждый атом может быть миниатюрной солнечной системой, где электроны играют роль обитаемых планет, а наша солнечная система, с другой стороны, возможно, всего лишь атом какой-то сверхвселенной.

Эту тему с увлечением подхватил плодовитый писатель-фантаст Рэй Каммингс. Его выучке могли позавидовать многие из его коллег — он в течение пяти лет был секретарем Эдисона. В рассказе «Девушка в золотом атоме» (1919) и других Каммингс уменьшает целый ряд своих героев до субэлектронного размера, с несколько излишним многословием расправляясь с такими проблемами, как навигация в межъядерном пространстве и отыскание нужного атома (и нужной девушки) среди нескольких септильонов атомов, из которых состоит кусочек золота.

Сравнительно недавно Голливуд удивил многих из нас, сделав отличный фильм на тему о малень-

ких существах: я имею в виду фильм «Невероятно уменьшающийся человек»; 90 процентов культурных любителей кино, очевидно, составили о нем мнение по неудачному названию и потому не смотрели его. Между тем самое невероятное в этом «уменьшающемся человеке» (и мне думается, что мы должны быть благодарны за это автору и сценаристу Ричарду Матисону) заключается в том, что он необыкновенно вероятен. К тому же в фильме нет традиционного «хеппи энд», и от этого судьба героя становится трогательной и страннно волнующей. Впрочем, наверно, меня слишком легко удовлетворить; в наше время такая редкость обнаружить искорку мысли в фильмах, которые кинопродюсеры благоволят именовать научно-фантастическими.

В связи с рассказами о миниатюрных мирах и микромирах возникают два вопроса: могут ли такие миры существовать (не обязательно на нашей планете), и если да, то можем ли мы наблюдать эти миры или проникать в них?

Что касается первого из вопросов, я думаю, что на него можно дать вполне определенный ответ, основанный на законах, известных всем инженерам и биологам, но неведомых, увы, тем журналистам, которые любят щеголять избитыми лжеафоризмами типа: «Если бы комар был величиной с человека, он смог бы носить десятитонный груз». (В действительности он не смог бы носить даже себя самого.)

Для каждого из размеров некоторые вещи возможны, а другие — невозможны. Весь мир живых существ со всем его изумительным богатством и разнообразием видов подчиняется элементарной геометрической зависимости, которая гласит: если удвоить линейные размеры объекта, то площадь его увеличится вчетверо, а объем (и, следовательно, вес) возрастет в восемь раз. Из этой банальной математической истины вытекают важнейшие следствия. Из нее следует, например, что мышь не может быть ростом со слона и слон не может быть таким маленьким, как мышь, а человек не может быть ростом ни с мышь, ни со слона.

Рассмотрим пример с человеком. Он уже и так гигант, одно из самых крупных животных. Эта мысль покажется несколько неожиданной большинству людей;

они забывают, что названия животных крупнее человека можно уместить на одном листке бумаги, а названиями животных по размерам меньше человека, можно было бы заполнить несколько томов.

Размеры homo sapiens колеблются в довольно значительных пределах, хотя представители крайностей встречаются очень редко. Самый высокий человек, который когда-либо жил на Земле, был, вероятно, раз в пять выше самого низкорослого. Но вам пришлось бы перебрать миллионы людей, чтобы встретить двух, из которых один был бы вчетверо выше другого, — если, конечно, вам не доведется попасть в цирк, где демонстрируются восьмифутовый гигант (2 метра 40 сантиметров) и двухфутовый (60 сантиметров) карлик. Впрочем, если вы и натолкнетесь на такую пару, то скорее всего обнаружите, что оба они больные и несчастные люди, которые вряд ли долго проживут.

Дело в том, что человеческое тело — это произведение архитектуры, которое сконструировано так, что обладает наилучшими характеристиками при росте в 150—180 сантиметров. Удвойте рост, и человек будет весить в восемь раз больше, а площадь поперечного сечения костей скелета, которые поддерживают тело, увеличится всего вчетверо. Поэтому величина напряжений, возникающих в костях, увеличится вдвое. Гигант ростом в три с половиной метра возможен, однако его кости будут часто ломаться, и двигаться ему придется с очень большой осторожностью. Чтобы $3^1/_2$-метровый вариант homo sapiens смог существовать, понадобились бы значительные изменения в его конституции, а не просто масштабное увеличение. Ноги пришлось бы сделать пропорционально гораздо толще, как явствует из примера слона. И лошадь, и слон в принципе имеют одинаковое строение, типичное для четвероногих, но сравните относительную толщину их ног! Слон, по-видимому, обладает размерами, почти предельными для сухопутного животного. Этот предел был в свое время достигнут (если не превзойден) сорокатонными бронтозаврами и самым крупным из млекопитающих, невероятно гигантским носорогом белуджитерием, плечо которого возвышалось над землей почти на пять с половиной метров. (Для сравнения напомню, что рост жирафа несколько меньше пяти метров.)

За пределами этих размеров ни одно строение из мышц и костей не выдержит собственной тяжести; если где-нибудь во Вселенной действительно существуют гиганты, у них должны быть кости из металла, а это было бы сопряжено с весьма трудными биохимическими проблемами. Либо уж они должны жить в мире малой тяжести — возможно, даже непосредственно в космическом пространстве, где вес перестает существовать. Но может ли жизнь приспособиться к условиям космического пространства только за счет чисто эволюционного процесса? Это один из самых интересных вопросов внеземной зоологии. Почти все биологи ответили бы: «Конечно, нет!», мне же кажется, что было бы неразумно недооценивать возможности природы, учитывая современный уровень нашего неведения.

Переходя к малым размерам, мы обнаруживаем, что связанные с этим проблемы далеко не столь очевидны, однако они имеют такой же коренной характер. На первый взгляд кажется, что нет серьезных причин, по которым человек ростом в тридцать сантиметров не мог бы быть жизнеспособным. Ведь есть много млекопитающих таких же размеров и с таким же скелетом; некоторые из небольших обезьян, например, очень похожи на крошечных людей.

Однако при более внимательном исследовании выясняется, что у них совершенно иные пропорции, их конечности намного тоньше, чем у человека. Если человек, увеличенный до шестиметрового роста, был бы чересчур хрупким и немощным для своего веса, то человек, уменьшенный до роста тридцать сантиметров, был бы, наоборот, безнадежно неуклюжим и чересчур мускулистым. Маленьким животным нужны гораздо более тонкие конечности. Это наглядно демонстрируют насекомые с их зачастую предельно нежными ножками и крылышками. К тому моменту, когда «невероятно уменьшающийся человек» стал ростом в несколько сантиметров, собственные чересчур мощные мускулы разорвали бы его на части.

Впрочем, еще задолго до этого разладились бы столь многие процессы жизнедеятельности, что этот человек умер бы от десятка разных причин. Отказали бы все сложные механизмы тела — дыхание, кровообращение, терморегуляция, не говоря уже о многих других, менее

известных. Став вдесятеро меньше ростом, этот «невероятный человек» весил бы в тысячу раз меньше. (Не будем допытываться, куда девались пропавшие 99,9 процента веса; если же вес остался прежним, то его тело стало в пятьдесят раз плотнее платины и он уже проломил пол и упал в подвал.) А площадь поверхности легких, стенок желудка, площадь поперечного сечения вен и артерий уменьшилась не в тысячу, а всего в сто раз. Все процессы обмена веществ в его организме в расчете на единицу массы должны проходить в десять раз быстрее, чем прежде; такой человек, вероятно, скончался бы от теплового удара вследствие перепроизводства энергии его организмом.

Этот ход рассуждений приведет к одинаково абсурдному выводу для любой из функций организма, потому что сама исходная предпосылка напоминает известный логический прием «reductio ad absurdum». Теперь нам совершенно ясно, что, если бы и существовали средства увеличения или уменьшения размеров человека, он даже при сравнительно небольшом изменении своих масштабов потерял бы жизнеспособность и вскоре погиб бы. Человек никогда не сможет подкрадываться к воинам-муравьям, пробираясь сквозь травяные джунгли, а тем более — жениться на принцессе, обитающей в атоме золота.

Высказав это утверждение, я хотел бы сделать одну небольшую оговорку. Можно привести очень убедительные доводы, подтверждающие, что сейчас человек значительно крупнее, чем ему нужно. Большая физическая сила и высокий рост станут все меньше и меньше необходимы в будущем. Более того, крупное телосложение будет помехой — особенно в тесных помещениях космических кораблей. Кто-то полушутя-полусерьезно предлагал в качестве одного из путей к ослаблению надвигающейся нехватки пищи и сырья выведение менее рослой породы людей. Уменьшение роста людей даже на 10 процентов в среднем имело бы очень значительные последствия, так как для низкорослых людей нужны меньших размеров дома, автомобили, мебель, одежда и так далее.

Если *все* люди будут ростом около 90 сантиметров, никто, разумеется, не будет считаться карликом. При этом мир мог бы без затруднений обеспечить всем

необходимым население удвоенной численности по сравнению с существующим сейчас. Однако из всех мыслимых направлений развития человечества это направление кажется наименее вероятным: ведь в результате улучшения питания и медицинского обслуживания люди становятся крупнее, а не мельче. Так, средний рост выпускников Гарвардского университета, целиком принадлежащих, правда, к привилегированным классам, от поколения к поколению увеличивается на два с половиной сантиметра — темп просто поразительный; если так пойдет и дальше, то к 3000 году питомцы Гарварда окажутся в очень затруднительном положении! Повернуть вспять этот процесс может только безжалостная и всемогущая всемирная диктатура. Диктаторы, как правило, низкорослые люди, и нетрудно вообразить, что какому-нибудь будущему Гитлеру или Муссолини в угоду своему комплексу неполноценности взбредет в голову сделать своих подданных еще ниже ростом, чем он сам. Правда, надо сказать, что он вряд ли сумел бы дождаться при жизни сколько-нибудь заметных результатов своей затеи.

Маленькие живые существа не могут быть подобны человеку, а человек не сможет жить, если его размеры резко уменьшатся. Однако это отнюдь не исключает возможности существования крошечных и в то же время разумных организмов, при условии что по своему строению они не будут походить на человека. Варьируя свои конструкции, природа превосходно обходит ограничения, налагаемые изменениями масштаба. Рассмотрим, например, различие между альбатросом и самой крохотной мошкой, едва видимой глазом. Оба эти существа летают, махая крыльями, и на этом сходство кончается. Любой, знающий только мошек, мог бы представить весьма убедительные доводы против возможности существования альбатросов, и наоборот. Между тем и мошки и альбатросы существуют, и те и другие летают, хотя альбатрос весит в миллиард раз больше, чем мошка. Они представляют собой крайние точки эволюционного спектра, где ресурсы биологических материалов и механизмов использованы до предела. Ни одна птица намного крупнее альбатроса не может летать, как это явствует из примеров страусов, моа и их гигантских предков, столь же ужасающих, как динозавры. Ни одно

насекомое намного меньше мошки не могло бы управлять своим передвижением в воздухе; оно беспомощно плавало бы в нем подобно планктону, безвольно носимому морскими течениями, но летать бы оно не смогло.

Таким образом, даже полное изменение строения организма допускает лишь ограниченное, а не беспредельное уменьшение размеров. Рано или поздно нам преграждает путь то обстоятельство, что основные структурные элементы живых организмов, так сказать строительные кирпичики жизни, нельзя существенно уменьшить. Все животные построены из клеток, и все клетки имеют примерно одинаковые размеры. Клетки слона всего лишь вдвое крупнее клеток мыши.

Живые существа можно сравнить с домами, построенными из кирпичей, которые лишь немного различаются по размерам. Отсюда следует, что очень маленькие организмы должны быть в то же время и очень примитивными, так как они состоят из ограниченного количества компонентов. Ведь нельзя же построить кукольный домик из обычных кирпичей.

Разум, как бы ни истолковывали его сущность и происхождение, является, по меньшей мере частично, побочным продуктом сложности многоклеточных структур. Маленький мозг не может быть столь же сложным, как большой мозг, поскольку в нем будет меньше клеток. Можно представить себе, что человеческий мозг будет продолжать удовлетворительно работать, если его размеры уменьшатся вдвое, но уж никак не вдесятеро.

Если на планетах с мощными гравитационными полями живут существа, рост которых не превышает нескольких сантиметров, они не могут быть разумными, если не восполнят недостаток роста увеличением ширины, чтобы разместить соответствующий объем мозга. В мирах, где ускорение силы тяжести в 50 раз превышает земное, могут существовать животные кукольных размеров, однако все способное к разумному мышлению будет тогда походить не на куклу, а на блин.

Не только разум, но и сама жизнь становится невозможной по мере продвижения вниз по шкале размеров. Гранулярность, присущая живой природе, начинает появляться вблизи пределов разрешающей способности

современных микроскопов. Как клетка является основным строительным кирпичиком всего живого, так атомы и молекулы представляют собой кирпичики, из которых строятся клетки. Некоторые микроскопические бактерии насчитывают всего несколько десятков молекул в каждой из своих сторон; вирусы, располагающиеся на грани между живым и неживым, — еще меньше размерами. Но дом не может быть меньше одного кирпича, и ничто живое не может быть меньше одной белковой молекулы, составляющей химическую основу жизни. Длина самых крупных белковых молекул равна примерно миллионной доле сантиметра, эта удобная для запоминания круглая цифра представляет собой последнюю веху живого мира при движении вниз по шкале размеров.

Хотя вполне возможно, что на других планетах существуют более эффективные типы организмов (было бы нескромно, пожалуй, утверждать обратное), однако вряд ли их эффективность *настолько* высока, чтобы повести к изменению выводов, сделанных нами ранее. Поэтому можно отбросить, как чистейший вымысел, все изобретательные истории о крошечных (и даже микроскопических) космических кораблях. Если у вас над ухом настойчиво жужжит странный металлический предмет, похожий на жука, то это все-таки только жук, а не что-либо другое.

Теории субвселенной и предположения о том, что атомы могут представлять собой миниатюрные солнечные системы, не заслуживают подробного рассмотрения. Эта тема в научной фантастике ныне практически уже изжила себя; конец ей пришел, когда было установлено, что электроны ведут себя совсем не как планеты, являясь то частицами, то волнами. Удобная и простая модель атома Резерфорда — Бора просуществовала всего несколько лет, но даже в этой модели предусматривалось мгновенное перескакивание электронов с одной орбиты на другую, которое причинило бы немалое беспокойство их обитателям. Волновая механика, принцип неопределенности и открытие таких загадочных частиц, как мезоны и нейтрино, с полной ясностью показали, что атомы совершенно непохожи ни на солнечные системы, ни на что другое, с чем прежде сталкивался человеческий разум.

Я вспоминаю с легким содроганием, что в журнале «Эмейзинг сториз» в 1932—1935 годах некто Дж. Скидмор опубликовал целую серию россказней о субатомном романе между электроном Негой и протоном Пози. Как вообще мог сочинитель растянуть этот ужасающий вздор на пять рассказов, когда он не заслуживал и одного, я просто ума не приложу. Насколько удалась ему эта стряпня, можно судить по тому, что, хотя я и прочитал всю серию о Неге и Пози, когда она публиковалась, сейчас никак не могу вспомнить, состоялась ли наконец встреча субатомных влюбленных, и если да, то чем она завершилась. Эта неясность положительно угнетает меня, но от библиотеки Конгресса в Вашингтоне меня отделяют шестнадцать тысяч километров, и я ничего не могу поделать.

Почти неизменно в рассказах о микрокосмических вселенных игнорируется то обстоятельство, что изменение размеров всегда сопряжено с соответствующим изменением хода времени. Для маленьких существ характерна короткая активная жизнь; птицам и мухам мы должны казаться очень медлительными, вялыми созданиями. Если мы будем рассматривать предельный случай, то есть атом, и предположим, что кружащиеся электроны представляют собой целые миры, то «год» у них должен быть фантастически коротким. В модели атома водорода Резерфорда — Бора единственный орбитальный электрон делает примерно квадрильон оборотов вокруг ядра за каждую *секунду*. Если принять, что один оборот электрона соответствует меркурианскому (Меркурий — ближайшая к Солнцу планета) году, который длится 88 земных суток, то это будет означать, что в атоме водорода время идет примерно в десять секстильонов раз быстрее, чем в нашей макроскопической Вселенной.

Поэтому ни один герой научно-фантастического романа не смог бы дважды посетить один и тот же субатомный мир. Если бы он вернулся в нашу Вселенную хотя бы на один час и затем вновь проник в атом, он обнаружил бы, что за время его отсутствия прошли сотни миллиардов лет. И наоборот: любое путешествие в микромир должно быть практически мгновенным по нашему масштабу времени, иначе путешественник умер бы от старости среди атомов. Мне вспоминается один

рассказ, в котором ученый послал дочь и своего ассистента в непродолжительное путешествие в субатомную вселенную, а через пару минут в полном смятении встречал несколько сотен своих пра-пра-пра-пра-правнуков. Но даже и в этом случае, хотя автор рассказа был на верном пути, я боюсь, что он существенно недооценил масштабы этой проблемы. Речь должна идти не о нескольких человеческих поколениях, а о времени, во много раз превышающем срок жизни Солнца.

Время может стать барьером еще более неодолимым, нежели пространство; мы почувствуем это с особой силой, если когда-нибудь обнаружим разумные существа чрезвычайно больших размеров и попытаемся установить с ними связь. Некоторые писатели уже разрабатывали эту идею; она отнюдь не противоречит моим предшествующим замечаниям о невозможности существования гигантов. Я говорил об обитателях планет, но могут быть существа, превышающие по размерам планеты.

Этой темой занимался профессор Фред Хойл, и какого бы мнения ни придерживались относительно его космологических теорий, никто не сомневается в том, что астрофизику-то он знает. В «Черном облаке» Хойл очень убедительно и правдоподобно описывает газообразного пришельца из межзвездного пространства, своего рода мыслящую комету диаметром в несколько сот миллионов километров.

Так вот, даже если бы «мысли» подобного существа распространялись посредством радиоволн, как предположил Хойл, то на преодоление такого расстояния из конца в конец одному импульсу понадобилось бы десять минут. На прохождение через человеческий мозг нервный импульс затрачивает несколько тысячных долей секунды, поэтому длительность процессов мышления, в которых участвует все «черное облако», в целом была бы, вероятно, в миллион раз больше, нежели в мозге человека. Мы бы порядком истомились, дожидаясь ответов «облака»; на передачу короткого предложения ему понадобилось бы около двух месяцев.

Однако «черное облако» могло бы разговаривать в свойственном нам темпе или даже в темпе наших самых быстродействующих телетайпов, если бы оно предоставило решать эту столь тривиальную проблему кро-

шечному участку, заключенному в его объеме. Однако в этом случае мы вряд ли имели бы право утверждать, что установили связь с «облаком» в целом, с равным правом человек мог бы сказать, что он установил контакт с муравьем на том основании, что у него на ноге дернулся палец, когда муравей пополз по ступне.

Эти размышления мало благоприятствуют нашим представлениям о величии человека, но их нельзя считать обязательно фантастичными. Обратившись в сторону убывающих размеров, по направлению к атому, мы увидим, что на несколько порядков ниже нас обрывается сначала высшая нервная деятельность, а затем и жизнь вообще. В обратном направлении такого тупика нет, и мы пока не имеем даже отдаленного представления о том, какое место занимает человечество в иерархии Вселенной. В межзвездном пространстве могут обитать разумные создания столь же гигантские, как планеты или солнца... или даже солнечные системы. И может быть, как много лет назад предположил Олаф Стэплдон, вся Галактика в целом эволюционирует в направлении к сознанию, если это уже не совершилось. В конце концов количество звезд в Галактике вдесятеро превышает количество клеток в головном мозге.

Дорога в Лилипутию коротка и кончается тупиком. Иное дело — дорога в Бробдингнагию; мы можем видеть лишь небольшой участок этого пути, устремляющегося в межзвездное пространство, и нам не дано еще знать, какие неведомые странники шествуют по нему. Впрочем, для сохранения спокойствия нашего духа будет неплохо, наверно, если мы никогда о них не узнаем.

16

ГОЛОСА С НЕБА

В последние дни 1958 года из космоса впервые прозвучал человеческий голос. Эта первая радиопередача с помощью ретрансляционного спутника ознаменовала начало новой эры связи, эры, которая приведет в конечном счете к решающим переменам в мировой культуре, политике, экономике и даже к преобразованию лингвистической картины мира.

Сказанное выше нетрудно доказать логическими рассуждениями, и я надеюсь это проделать; трудно другое — до конца осознать все значение надвигающихся перемен. Современные средства связи столь изумительны, настолько прочно вошли в жизнь общества, что мы не замечаем вопиющей ограниченности их возможностей, и нам трудно думать о необходимости каких-нибудь кардинальных усовершенствований в них. Мы напоминаем современников королевы Виктории, которые не поняли значения электрического телеграфа; связь семафорами и сигнальными фонарями вполне устраивала тех торопыг, которым почтовые кареты казались слишком медлительными.

Теперь можно смеяться над такими взглядами; однако мы и сами, хотя и научились уже ловить звук и изображение просто из воздуха, еще только переступаем за порог эпохи «морзянки». Через несколько лет наша современная аппаратура будет выглядеть по сравнению с заатмосферными спутниками связи столь же примитивной, как дымовые сигналы индейцев, а мы сами покажемся себе такими же слепыми и глухими, какими были наши деды до появления электронной лампы.

Эта грядущая техническая революция обусловлена одним фактом, настолько простым и очевидным, что о

нем даже неудобно упоминать. Радиоволны, которые ныне являются основными переносчиками информации, распространяются прямолинейно, так же как и свет. Земля же, к сожалению, круглая.

Лишь странная случайность — наличие вокруг Земли отражающего слоя, ионосферы — сделала возможной дальнюю радиосвязь. Это невидимое небесное зеркало отражает на Землю радиоволны широковещательного и коротковолнового диапазонов, однако работает оно не очень надежно, и к тому же совсем не отражает ультракороткие волны. Такие волны прорезают ионосферу и уходят в космическое пространство, в силу чего их нельзя использовать для дальней связи — дальней в нашем понимании, для связи с другими планетами и космическими кораблями они, наоборот, особо хороши.

Болезненнее всего такое положение сказывается на телевидении. По техническим причинам телевидение может использовать только очень короткие волны — именно те, которые не возвращаются на Землю. Телевизионные программы летят прямиком в космическое пространство: их можно превосходно принимать на Луне, но не в соседней стране.

По этой-то причине и нужны буквально сотни телевизионных станций, чтобы обслужить большую территорию — скажем, Европу или Соединенные Штаты. Еще серьезнее обстоит дело с океанами: они остаются для телевидения столь же труднопреодолимой преградой, какой они были для человеческого голоса до изобретения радио. Для обмена телевизионными программами между Европой и Америкой понадобилась бы релейная цепочка связи из полусотни судов, поставленных на якорь в ряд поперек Атлантического океана. Это, мягко выражаясь, не особенно целесообразное решение.

Но есть более простой выход из положения. Достаточно будет *одной* ретранслирующей станции — если только ее разместить на спутнике, движущемся на высоте в несколько тысяч километров над Землей. На таком спутнике потребуется лишь установить приемник для приема сигналов с одного континента и передатчик

для ретрансляции этих сигналов на другой континент [1].

Но трансатлантическое телевидение — это только скромное начало. Если ретранслирующий спутник будет достаточно удален — скажем, на 15 000 километров — от поверхности Земли, то он сможет обслужить половину всей планеты. А два или три таких спутника, равномерно размещенные на околоземной орбите, могли бы обслужить телевизионным вещанием весь мир от полюса до полюса. Ясные четкие сигналы, идущие прямо с неба, без фоновых помех и без искажений, вызываемых отражением от соседних зданий, позволили бы существенно улучшить качество изображения по сравнению с тем, с которым мы миримся сегодня.

Пожалуй, здесь я могу резрешить себе скромно откашляться, как это делают в своих выступлениях второразрядные поэты. Насколько мне известно, впервые использование искусственных спутников Земли для создания всемирной системы телевидения было предложено мной в октябрьском номере английского радиожурнала «Уайрлэс уорлд» от 1945 года. Проект, который излагался тогда под громким заголовком «Внеземные ретрансляторы», предусматривал использование трех спутников, запущенных на высоту 35 тысяч километров над экватором. На такой высоте спутник совершает один оборот вокруг Земли точно за 24 часа и, следовательно, он как бы «висит» над одной и той же точкой земной поверхности. Таким образом, законы небесной механики позволяют нам создать эквивалент невидимых телевизионных башен высотой 35 тысяч километров.

На первый взгляд всемирное телевидение отнюдь не выступает революционизирующей силой, способной преобразить нашу цивилизацию. Поэтому давайте более пристально рассмотрим некоторые из его последствий.

[1] Эта глава была написана до запуска спутника «Телестар». В настоящее время успешно функционирует советский экспериментальный спутник связи «Молния», обеспечивающий обмен телевизионными программами между Москвой и Владивостоком. — *Прим. ред.*

Через несколько лет каждая большая страна сможет запустить в космос (или арендовать) радио- и телевизионные спутники, способные транслировать действительно высококачественные программы на всю планету. Перегрузки диапазонов радиоволн, которая ныне ощущается даже в местных радиосетях, тогда не будет. Одно из неотъемлемых преимуществ ретрансляции через спутники состоит в том, что они позволят использовать новые обширные диапазоны спектра радиочастот и обеспечить таким образом «место в эфире» одновременно по меньшей мере для миллиона телевизионных программ или *миллиарда* радиопрограмм!

Это будет означать, что никакие расстояния на Земле уже не будут помехой для передачи звука и изображения. Жители Нью-Йорка и Лондона смогут настроиться на передачи из Москвы или Пекина столь же легко, как и на передачи местных станций. И, разумеется, наоборот.

Вдумайтесь, что это будет означать. До сих пор даже радиосвязь была ограниченной по дальности, если не говорить о любителях-коротковолновиках, которые мирятся с затуханиями сигналов, треском и жуткими завываниями ионосферы. А теперь широкая магистраль эфира будет открыта всему миру, и все люди станут соседями — хотят они этого или не хотят. Любая форма цензуры, политической или какой-нибудь иной, будет невозможна; заглушить сигналы, идущие с неба, почти так же трудно, как загородить звездный свет.

Такая свобода связи решающим образом повлияет на культурный, политический и моральный климат нашей планеты. При этом она таит в себе не только благоприятную перспективу, но и угрозу.

Пожалуй, не будет преувеличением сказать, что первенство в организации систем связи с помощью искусственных спутников Земли может предопределить, какой язык будет через пятьдесят лет основным языком человечества — русский или английский. Телевизионные спутники сильнее межконтинентальных ракет, и межконтинентальное телевидение может стать воистину абсолютным оружием.

Но довольно говорить о политическом значении телевизионных спутников; рассмотрим более подробно их

влияние на наш быт. Кое в чем оно будет всецело положительным. Мы избавимся от отвратительного леса антенн, который портит силуэты всех наших городов и стал проклятьем для архитектуры последнего десятилетия. Антенны будущего — это небольшие аккуратные чашеобразные или линзовые системы, подобные антеннам знакомых нам теперь радиотелескопов. А так как они будут запрокинуты вверх, их можно устанавливать на крышах и чердаках — им не нужны высоко вздымающиеся неустойчивые башни. Этот эстетический выигрыш невелик, но им не следует пренебрегать.

Влияние всемирного телевидения на культурное содержание наших местных телевизионных и радиопрограмм, когда они столкнутся с прямой конкуренцией всего мира, явилось предметом активного обсуждения. Некоторые циники утверждают, что телевизионные релейные линии — сильнейший аргумент *против* задуманного вывода в космос спутников связи; они содрогаются при мысли о сотнях одновременно передаваемых ковбойских фильмов, о тысячах автоматических проигрывателей, оглашающих мир ревом рок-н-ролла. Однако уже само изобилие действующих телевизионных каналов, передачи по которым будут доступны почти всему населению Земли, создаст условия для организации таких высококачественных и специализированных программ, которые совершенно немыслимы сегодня. Надо полагать, на Земле достаточно телезрителей, чтобы оказалось экономически целесообразным выделить специальные каналы для передачи, скажем, исключительно греческих трагедий, лекций по математической логике или шахматных чемпионатов.

Многие заранее злорадствуют по поводу влияния, которое внешняя конкуренция окажет на коммерческие программы. По меньшей мере сто миллионов американцев ни разу не вкусили радости, доставляемой радио- и телевизионными передачами, очищенными от торгашеской рекламы; их можно уподобить читателям, смирившимся с тем, что пятая страница любой книги заполнена объявлениями, *которые они не имеют права пропустить не читая.* Если русские достаточно умны, чтобы воспользоваться своим преимуществом, то они смогут завоевать себе колоссальную аудиторию; для

этого достаточно не включать в передачи рекламу мыла и слабительного.

Пришествие глобальной системы радиосвязи и телевидения положит конец — к лучшему или к худшему — культурной и политической разобщенности, которая еще существует во всем мире за пределами больших городов. Я много путешествовал по Соединенным Штатам, и меня всегда устрашал тот интеллектуальный вакуум, в который попадает человек, покинувший пределы Нью-Йорка, Сан-Франциско, Бостона, Чикаго и немногих других городов. Это касается как газет, так и радио и телевидения; как часто я безуспешно часами разыскивал номера «Нью-Йорк таймс» в каком-нибудь Сканксвилле, чтобы узнать, что происходит на планете Земля. А что касается эфира, то, пожалуй, нет более мучительного испытания, чем прогулка по радиодиапазонам, в которых вещают станции дальнего Юга, особенно воскресным утром. В Англии по крайней мере цивилизация всегда находится под боком (я имею в виду третью программу Би-Би-Си).

Устранение всех барьеров на пути развития свободных интеллектуальных и культурных связей завершит революцию, начатую полвека назад автомобилем и робко продолжаемую современной электроникой ближнего действия. Оно будет означать окончательное исчезновение ограниченности умственного кругозора, свойственной жителям маленьких городков. Надо сказать, правда, что в этой ограниченности есть некая прелесть (особенно для романистов, тоскующих по прошлому). Когда все люди, где бы они ни были, получат равный доступ к одной и той же гигантской системе связи, они неизбежно станут гражданами мира, и в грядущем серьезной проблемой будет сохранение тех региональных особенностей, которые представляют определенный интерес и ценность. Вместе с тем возникнет грозная опасность снижения мирового уровня культуры; нельзя допустить, чтобы провалы в культурном наследии людей заполнялись ценой разрушения его вершин.

Всеобщая система связи вызовет глубочайшие изменения в языке. Как уже говорилось, она может привести к утверждению одного господствующего разговорного языка, причем все другие языки станут просто

местными диалектами. Более вероятен, однако, другой исход — на планете останутся два или три языка; в этом смысле Швейцария может стать прообразом завтрашнего мира. Вознесясь над Землей неизмеримо выше, чем стремились подняться строители Вавилонской башни, мы, может статься, снимем наконец заклятье, которое было наложено на них.

Все отмеченное ранее, включая и перемены в языковой картине мира, явится следствием применения уже существующих технических средств, но только во всемирном масштабе, за счет использования ретрансляционных спутников. Теперь перейдем к рассмотрению некоторых совершенно новых технических удобств в этой области, которые можно будет предоставить человечеству, если мы этого захотим.

В первую очередь к ним надо отнести персональный приемо-передатчик, настолько маленький и компактный, что каждый человек сможет носить его, испытывая не больше неудобств, чем от ручных часов. Это, разумеется, давнишняя мечта, и тот, кто сомневается в возможности ее реализации, просто не знает современных достижений радиоэлектроники. Сейчас есть радиоприемники, по сравнению с которыми самый маленький транзисторный портативный приемник покажется столь же громоздким, как кабинетная модель 1925 года. Самые маленькие из известных радиоприемников, созданных специалистами в области микроминиатюризации, по размерам не больше кусочка сахара.

Не вдаваясь в технические подробности (они интересны в основном тем, кто уже способен подсказать и решение этой проблемы), можно сказать, что настанет время, когда мы сможем связаться с любым человеком, где бы он ни находился; для этого достаточно будет просто набрать нужный номер. Абонент будет отыскиваться автоматически, независимо от того, находится ли он посреди океана, или в центре большого города, или на пути через Сахару. Один такой прибор изменит нашу жизнь столь же сильно, как это уже сделал его примитивный предок — телефон.

Неудобства и опасности, связанные с этим прибором, очевидны; нет изобретений, которые были бы только полезны. Однако подумайте о бесчисленных

жизнях, которые он поможет спасти, о трагедиях и несчастьях, которые он поможет предотвратить, — вспомните хотя бы, как много значит телефон для одиноких людей.

Опасность заблудиться уже не будет угрожать никому; в приемо-передатчик можно встроить простой радиолокатор — пеленгатор, основанный на тех же принципах, что и современные радионавигационные средства. А в случае опасности или несчастья можно будет вызвать помощь простым нажатием аварийной кнопки.

Если вы подумаете, что это сделает мир нестерпимым для клаустрофобов тесным островком, где человек не сможет нигде уединиться от друзей или от семьи, где нельзя будет даже испытать бодрящее душу ощущение опасности, то вы совершенно правы. Но не следует беспокоиться: в бездонной пропасти космического пространства опасностей и дальних расстояний более чем достаточно. Земля теперь — наш дом; так давайте же сделаем его уютным, удобным и безопасным. А первооткрыватели пусть искушают свою судьбу где-нибудь в другом месте.

По мере совершенствования связи будет сокращаться потребность в транспорте. Наши внуки с трудом поверят, что миллионы людей ежедневно затрачивали целые часы, добираясь до своих контор в городе, хотя не меньше половины своих дел они могли бы с успехом выполнить, пользуясь средствами связи.

Дело в том, что всемирные радио- и телевизионная службы связи, позволяющие людям общаться друг с другом, где бы они ни находились, — только начало. Уже теперь мы располагаем системами, перерабатывающими информацию, которые связывают между собой предприятия и учреждения, расположенные далеко друг от друга. С помощью таких систем контролируется работа целых промышленных империй. Радиоэлектроника уже позволяет осуществлять децентрализацию, которая из-за повышения арендной платы и транспортных расходов — не говоря уже о грозном призраке грибовидного облака — с каждым годом становится все более необходимой.

В будущем администраторы, направляющие деятельность делового мира, вряд ли когда-нибудь будут

нуждаться в непосредственных встречах друг с другом. Может быть, фирмы даже не будут иметь ни адреса, ни центрального правления, а только некий эквивалент телефонного номера. Ибо все их картотеки и записи заменят арендованные емкости в блоках памяти вычислительных машин, которые могут находиться в любом месте земного шара: хранящаяся в них информация может быть считана с помощью высокоскоростных печатающих устройств в любое время, когда она понадобится той или иной конторе этой фирмы.

Может быть, придет время, когда половина сделок в мире будет совершаться через обширные хранилища памяти, расположенные где-нибудь под Аризонской пустыней, или под Монгольскими степями, или под Лабрадорскими болотами — там, где земля стоит дешево и непригодна для использования в других целях. Ведь любое место на Земле одинаково доступно для радиолучей ретрансляционных спутников. Чтобы пройти лучом от полюса до полюса, достаточно повернуть направленные антенны всего на семнадцать градусов.

Капитаны промышленности двадцать первого века смогут жить где угодно и заправлять делами, сидя у пультов вычислительных и информационных машин, установленных у них дома. Лишь изредка может возникнуть необходимость в более непосредственном общении по сравнению с тем, которое осуществляется с помощью широкоэкранного цветного телевидения. Деловой завтрак можно будет превосходно проводить на двух половинках общего стола, удаленных на пятнадцать тысяч километров одна от другой; недоставать будет разве что рукопожатий и обмена сигарами.

Но не только административная деятельность перестанет зависеть от географии. Расстояния уже не существуют для трех основных органов чувств: зрения, слуха и осязания — для последнего это стало возможным благодаря созданию дистанционных манипуляторов для работы с радиоактивными веществами. Поэтому *любая* деятельность, которая использует эти три органа чувств, может осуществляться с помощью радиосвязи. Безусловно, настанет время, когда хирурги будут оперировать больных, которые находятся очень далеко от них, и каждый госпиталь сможет пользоваться услугами самых лучших специалистов, где бы они ни нахо-

дились. В следующих двух главах мы еще продолжим разговор о подключении человеческих органов чувств к системам связи.

Специалисты в области космонавтики уже довольно детально рассмотрели возможность такого практического применения искусственных спутников Земли, как орбитальная почта, которая, вероятно, в очень недалеком времени вытеснит авиапочту. Современные копировальные системы могут автоматически передавать и воспроизводить копию целой книги меньше чем за минуту. При использовании подобной техники один искусственный спутник справился бы со всем объемом современной трансатлантической корреспонденции.

Через несколько лет, когда вам понадобится послать срочное сообщение, вы купите стандартный бланк и напишете или напечатаете на нем то, что вам нужно. В местном почтовом отделении заполненный бланк вставят в машину, которая превратит алфавитные знаки в электрические сигналы. Эти сигналы будут переданы по радио на ближайший ретрансляционный спутник, затем — в нужном направлении вокруг Земли. В месте назначения эти сигналы примут и воспроизведут на точно таком же бланке, который вы заполнили. Сам процесс передачи сообщения займет долю секунды, а его доставка «от двери — к двери» удлинит этот срок до нескольких часов; в последующем доставка письма в любую точку земного шара займет не больше суток. Конечно, остается нерешенной проблема сохранения тайны переписки; ее, по-видимому, можно будет решить путем использования роботов для обработки писем на всех стадиях процесса. А потом, ведь даже древние почтальоны, как известно, почитывали чужие письма.

Лет через десять после организации орбитальной почты появится, вероятно, нечто еще более поразительное — орбитальная газета. Ее появление станет возможным в результате создания более ухищренных детищ тех репродукционных и копировальных машин, которые работают ныне в большинстве современных контор. Одна из таких машин, сопряженная с телевизионным приемником, сможет по желанию репродуцировать изображение с экрана телевизора.

Таким образом, когда вам понадобится ваша газета, вы включите соответствующий телевизионный канал, нажмете кнопку и возьмете свежий номер, который выскочит из выходной щели машины. Может быть, такая газета будет состоять всего из одного листа с последними новостями; редакционные статьи, материалы спортивного отдела, книжные обозрения, театральные рецензии, объявления будут передаваться по другим отдельным каналам. Мы будем выбирать то, что нам нужно, не обращая внимание на остальное, и сохраним, таким образом, целые леса для потомства. Разумеется, орбитальная газета будет походить на современную газету разве что по названию.

Но и это еще не все. По тем же каналам связи мы сможем по желанию получать из центральных библиотек и хранилищ информации копии любого документа, от Великой хартии вольностей до расписания пассажирских рейсов между Землей и Луной. Когда-нибудь таким же методом станут «продавать» даже книги, хотя их формат придется существенно изменить, чтобы это стало возможным.

Издателям следовало бы серьезно поразмыслить над этими поистине потрясающими перспективами. Больше всех пострадают газеты и книги карманного формата; книги по искусству и дорогие журналы, которые требуют не только высокого качества печати, но и тщательной ручной работы, грядущая революция почти не затронет. Ежедневным газетам можно уже начинать волноваться; ежемесячным роскошным журналам бояться практически нечего.

Как сумеет человечество справиться с лавиной информации и развлечений, которая будет обрушиваться на него с небес, покажет только будущее. Наука вновь, со своей обычной веселой беспечностью, подбросила на порог цивилизации еще одного плачущего младенца. Это дитя может вырасти в столь же большую проблему, как и та, что родилась под щелканье счетчиков Гейгера на территории Чикагского университета в 1942 году.

Останется ли вообще время для какой-нибудь работы на планете, насыщенной от полюса до полюса утонченными развлечениями, первоклассной музыкой, блестящими дискуссиями, превосходными спортивными

состязаниями и всеми мыслимыми видами информационного обслуживания? Даже теперь, как утверждают, наши дети проводят одну шестую часть своего времени бодрствования, не отрывая глаз от телевизионного экрана. Мы становимся расой созерцателей, а не созидателей. И может статься, наша самодисциплина не устоит перед теми волшебными силами, которые еще будут вызваны нами к жизни.

Если так случится, то эпитафия нашей расе, написанная бегущими светящимися буквами, будет гласить: «Тем, кого боги хотят уничтожить, они сначала дают телевизор».

17

МОЗГ И ТЕЛО

Человеческий мозг — самое сложное устройство в пределах известной нам Вселенной, но, поскольку практически мы о Вселенной еще ничего толком не знаем, возможно, что он стоит на довольно низкой ступени в иерархии органических счетно-решающих устройств. И тем не менее могущество нашего мозга, его потенциальные возможности столь велики, что до сих пор мало используются и, вероятно, даже не полностью разгаданы нами. В судьбе человечества есть одно странное обстоятельство — чуткий ум не может мыслить о нем без печали: по меньшей мере в течение пятидесяти тысяч лет на нашей планете живут разумные существа, люди, которые могли бы дирижировать симфоническими оркестрами, выводить теоремы чистой математики, занимать пост секретаря Организации Объединенных Наций или пилотировать космические корабли, если бы им представилась такая возможность. Вероятно, 99 процентов способностей человека растрачивается попусту; даже сегодня люди, считающие себя культурными и образованными, работают по большей части просто как автоматы, лишь один или два раза за всю жизнь постигая на мгновение те могущественные, но глубоко скрытые возможности, которыми располагает их разум.

В последующих своих размышлениях я пренебрегу всякими сверхъестественными явлениями и так называемыми пси-феноменами. Если они существуют и поддаются управлению, то со временем, возможно, подчинят себе всю психическую деятельность людей, преобразив строй человеческой культуры в направлении, которое сегодня трудно предсказать. Но на современной стадии нашего неведения такие догадки бесполезны;

они слишком легко могли бы завести нас в зыбкую трясину мистицизма. Уже известные нам способности мозга настолько поразительны, что нет нужды взывать к новым, еще неведомым.

Рассмотрим поначалу память. Пока еще никому не удалось хотя бы приближенно установить, какое количество фактов или впечатлений способен хранить наш мозг на протяжении жизни. Есть убедительные доказательства, говорящие за то, что мы *ничего* не забываем; мы просто не можем извлечь нужную информацию в нужный момент. В наши дни нам редко приходится встречаться с проявлениями действительно феноменальной памяти: в мире книг и документов такая память не очень нужна. До изобретения письменности всю историю и литературу приходилось хранить в памяти и изустно передавать из поколения в поколение. Даже сегодня еще есть люди, которые знают наизусть всю Библию или Коран, точно так же, как когда-то люди знали Гомера.

Работы доктора Уайлдера Пенфилда и его коллег в Монреале чрезвычайно убедительно доказали, что путем раздражения определенных участков мозга электрическими импульсами можно восстановить в памяти то, что было давно забыто. Человек вновь переживает в отчетливых деталях (цвет, запах, звук) впечатления, некогда испытанные им, как будто перед его мысленным взором проходят кадры киноленты, сознавая при этом, что это только воспоминание, а не событие, происходящее наяву. Аналогичные эффекты может вызывать и гипноз. Этим воспользовался Фрейд для лечения психических расстройств.

Когда мы разгадаем, как мозг фильтрует и хранит ту лавину впечатлений, которая вливается в него каждую секунду нашей жизни, мы, возможно, научимся управлять памятью с помощью сознания или искусственных внешних воздействий. Тогда воспоминание перестанет быть неустойчивым, подчиненным случайным процессам; если вам понадобится воспроизвести в памяти страницу газеты, которую вы просматривали тридцать лет назад, вы сможете сделать это, возбудив соответствующие клетки головного мозга. В известном смысле такое управление памятью можно назвать разновидностью путешествия в прошлое, — вероятно, един-

ственной возможной его разновидностью. Это было бы поистине волшебной властью, которая в отличие от многих других великих сил, подчиненных человеку, служила бы, вероятно, только на благо людям.

Управление памятью революционизировало бы судебную практику. Никто уже не смог бы на классический вопрос: «Что вы делали вечером двадцать третьего числа?» — ответить: «Я забыл». Свидетели не смогли бы больше запутывать разбирательство спорного дела показаниями о том, что̀ они как будто видели. Будем надеяться, что стимулирование памяти не станет принудительной судебной процедурой.

Как чудесно было бы вновь заглянуть в прошлое, чтобы пережить былые радости и в свете опыта, обретенного с годами, унять боль пережитых горестей, извлечь уроки из давних ошибок. Иногда говорят, что перед мысленным взором утопающего человека в одно мгновение проносится вся его жизнь. Это заблуждение. Но, может быть, настанет время, когда престарелые люди, потерявшие всякий интерес к будущему, смогут вновь пережить свое прошлое и вновь приветствовать тех, кого они знали и любили в молодости. Как мы увидим позже, это может стать не приготовлением к смерти, а прелюдией к рождению заново. Пожалуй, еще более важным, чем стимулирование воспоминаний о прошлом, было бы обратное — введение в память новой информации. Трудно вообразить изобретение более ценное, чем устройство, которое писатели-фантасты называют «машиной-педагогом». В изображении авторов и художников это замечательное устройство обычно напоминает старомодный аппарат для завивки «перманент» из салонов красоты; функции его в какой-то мере сходны, только работает оно над материалом, который находится внутри головы, а не на ее поверхности. Его не следует путать с обучающими машинами, которые сейчас находят все более широкое применение, хотя когда-нибудь их, возможно, назовут отдаленными предками «машины-педагога».

Такой автомат мог бы за несколько минут запечатлеть в мозгу знания и навыки, на приобретение которых иным способом человеку понадобилась бы вся жизнь. Убедительной аналогией здесь может служить процесс изготовления грампластинки: исполнение

музыкального произведения может длиться час; пластинка с его записью штампуется за долю секунды, и пластмасса идеально «запоминает» все, что исполнил оркестр. А ведь всего столетие назад это показалось бы даже теоретически невозможным ученым с самым пылким воображением.

Запечатление информации непосредственно в мозгу, позволяющее приобретать знания, минуя процесс обучения, сегодня кажется нам столь же невозможным; оно, бесспорно, и останется невозможным до тех пор, пока наше понимание процессов психической деятельности не продвинется неизмеримо дальше. И в то же время «машина-педагог» или какой-то метод, выполняющий аналогичные функции, так настоятельно нужен, что через несколько десятилетий цивилизация просто не сможет без него существовать. Объем знаний, накапливаемых в мире, удваивается каждые десять лет — и этот темп тоже ускоряется. Теперь недостаточен уже и двадцатилетний срок обучения; если так будет и дальше, то скоро мы будем умирать от старости, не успев научиться жить, и может статься, что вся наша культура начнет рушиться из-за ее непостижимой сложности.

В прошлом каждый раз, когда возникала потребность в чем-либо, она всегда достаточно быстро удовлетворялась. Поэтому, хотя я не имею ни малейшего понятия, как в действительности будет работать «машина-педагог», я полагаю, что это будет, вернее всего, какой-то комплекс методов, а не махина из железа, и достаточно твердо убежден в том, что со временем она обязательно появится. Если этого не случится, то вскоре возобладает направление развития, рассматриваемое в следующей главе.

Есть много других возможных, а частично и совершенно бесспорных перспектив, включая непосредственную манипуляцию на мозге. Уже доказано, например, что поведение животных — и человека тоже — можно очень существенно изменить, воздействуя слабыми электрическими импульсами на определенные участки мозга. Индивидуальные особенности животного можно изменить совершенно, так что кошка будет приходить в ужас при одном виде мыши, а злобная обезьяна станет ласковой и общительной.

Пожалуй, самым сенсационным результатом подобных экспериментов, который, возможно, чреват еще более серьезными социальными последствиями, чем первые работы ядерных физиков, является открытие в мозге так называемых «центров удовольствия». Животные с электродами, вживленными в эти участки мозга, быстро обучаются действовать кнопкой, включающей электрические импульсы, которые приносят ощущение неизмеримого наслаждения; у них развивается настолько сильное пристрастие к этому, что ничто другое их уже не интересует. Известны случаи, когда обезьяны нажимали «кнопку поощрения» с частотой три раза в секунду на протяжении восемнадцати часов кряду, причем ни голод, ни половое чувство не могли отвлечь их от этого занятия. В мозге существуют также участки, ответственные за боль и страдания. Животные с равным упорством действуют выключателями, чтобы избежать раздражения токами этих областей мозга.

Возможности добра и зла, которые кроются здесь, настолько очевидны, что нет смысла ни преувеличивать их, ни оставлять без внимания. Порабощение с помощью электроники людей-роботов, управляемых по радио с центральной станции, *технически* станет возможным задолго до 1984 года.

Одно из многих загадочных явлений, вскрытых гипнозом, заключается в том, что в память человека можно ввести ложные воспоминания, причем он будет абсолютно убежден в их достоверности и будет готов даже поклясться, что все это действительно происходило с ним. Нам всем доводилось видеть сны настолько отчетливые, что после пробуждения мы путали их с реальной действительностью; меня, например, на протяжении двадцати лет преследует «воспоминание» о страшном зрелище гибели истребителя «Спитфайр», причем я так до конца и не разберусь, галлюцинация это или реальное событие.

Искусственные воспоминания, если их можно будет создавать, записывать на ленту, а затем вводить в мозг электрическими и иными средствами, стали бы формой восприятия чужих ощущений и чувств гораздо более яркой (потому что в нем участвовали бы все органы чувств), чем все то, что может создать могущество Голливуда. Они стали бы поистине высшей формой

развлечения — ложные ощущения, более реальные, чем сама действительность. Недаром поставлен вопрос: захочет ли вообще большинство людей бодрствовать, если фабрики снов смогут исполнить любое их желание за несколько центов.

Не следует забывать, что все познания об окружающем мире приходят к нам через те немногие чувства, какими мы обладаем. Самыми важными из них являются зрение и слух. Если информация минует эти каналы или если их нормальные входы заблокированы, мы испытываем иллюзии, которые не имеют соответствия во внешней реальности. Вот один из самых простых способов доказать это. Посидите некоторое время в совершенно затемненной комнате, а затем легонько нажмите на глазное яблоко. Вы «увидите» восхитительнейшие фигуры и краски, хотя никакой свет не воздействует на сетчатку глаз. Зрительные нервы были «введены в заблуждение» давлением. Если бы мы знали электрохимический код, посредством которого изображение трансформируется в восприятие, мы смогли бы дать зрение тем, у кого нет глаз.

Здесь уместно будет упомянуть о страшноватом эксперименте, проведенном однажды известным физиологом Адрианом. Превзойдя ведьм из «Макбета», Адриан взял глаз лягушки и подсоединил зрительный нерв через усилитель к динамику. Когда экспериментатор передвигался по лаборатории, на сетчатке глаза отражалось его изображение и изменяющиеся сочетания света и тени преобразовывались в серию отчетливо слышных щелчков. Грубо говоря, ученый использовал свой слух, чтобы видеть через глаз животного.

Можно представить себе почти неограниченные продолжения этого эксперимента. В принципе чувственные впечатления от любого другого живого существа — животного или человека — можно передавать по электродам непосредственно в соответствующие участки мозга. Таким образом, можно было бы смотреть на мир глазами другого человека и даже получить некоторое представление о своего рода перевоплощении в животное.

Мы считаем, что известные нам чувства дают полную картину окружающего нас мира, между тем это величайшее заблуждение. Мы безнадежно глухи и слепы

во Вселенной, за пределами ощущений, воспринимаемых нашими чувствами. Мир собаки — это мир запахов; мир дельфина — это симфония ультразвуковых импульсов, столь же исполненных значения, как и зрительные ощущения. Рассеянный солнечный свет в облачный день несет в себе указатели направления для пчелы, которые нам недоступны: пчела может определять плоскость колебаний световых волн. Гремучая змея в полной темноте наносит удар своей жертве, светящейся инфракрасным светом, — наши управляемые ракеты были обучены делать это лишь в последние несколько лет. В мутных реках водятся слепые рыбы, которые исследуют окружающий их непрозрачный мир с помощью электрических полей; это природный радиолокатор. Все рыбы имеют любопытный орган — боковую линию, которая тянется вдоль тела. Она служит для того, чтобы воспринимать колебания и изменения давления в окружающей их воде.

Могли бы мы как-то осмыслить подобные чувственные восприятия, если бы они были введены в наш мозг? Несомненно, да, но после основательной тренировки. Нам ведь приходится учиться пользоваться и нашими *собственными* органами чувств: новорожденный не способен видеть, так же как не видит вначале и человек, к которому внезапно вернулось зрение, — хотя зрительный механизм в обоих случаях может работать идеально. Разум должен прежде проанализировать и расклассифицировать импульсы, поступившие в мозг, сравнить их с другой информацией из внешнего мира, пока все они не сложатся в цельную картину. И только после этого мы «видим»; такое суммирование должно быть возможно и с другими органами чувств, — правда, нам придется изобрести новые глаголы для обозначения этих восприятий.

Пилот самолета, собирающий информацию со шкал и циферблатов десятков приборов, совершает аналогичные действия. Он отождествляет себя со своим самолетом интеллектуально и, пожалуй, даже, эмоционально. Когда-нибудь с помощью телеметрических устройств мы сможем проделывать то же самое с любым животным. Мы познаем наконец путь орла в небе, путь кита в океане и путь тигра в джунглях. Так мы вновь обретем наше родство с животным миром, утрата которого

является одной из самых горестных для современного человека.

Однако вернемся к более конкретным и близким задачам. Нет сомнения, что диапазон и тонкость восприятия наших собственных органов чувств можно существенно улучшить с помощью таких достаточно простых средств, как тренировка и медицинские препараты. Любой, кому доводилось наблюдать, как слепой читает шрифт Брайля или определяет положение предметов по звуку, безоговорочно согласится с этим. Мне однажды довелось видеть слепого, который судил матч по настольному теннису, — я бы не поверил, что это возможно. Он судил даже игры мирового чемпионата! Слепые показывают блистательнейшие образцы обостренной чувствительности, но есть много и других примеров; взять хотя бы дегустаторов чая и вина, парфюмеров, глухих, способных понимать речь по губам. Можно вспомнить эстрадных «ясновидцев», которые могут отыскивать спрятанные предметы, улавливая почти незаметные движения своих помощников.

Все эти достижения либо результат интенсивной тренировки, либо проявление компенсации дефекта или утраты какого-нибудь органа чувств. Но, как хорошо известно (пожалуй, даже слишком хорошо известно), такие препараты как мескалин и лизергиновая кислота тоже могут чрезвычайно обострять восприятия, вследствие чего ощущение мира становится гораздо более отчетливым и ярким, чем это бывает в повседневной жизни. Даже если это впечатление целиком субъективно — подобно тому, как пьяный водитель думает, что он управляет автомобилем с мастерством, заслуживающим «большого приза» на гонках, — это явление представляет исключительный интерес и может иметь важные практические применения.

Неоценимой способностью разума (которая, безусловно, достижима, потому что уже не раз проявлена) был бы сознательный контроль над болевыми ощущениями. Очень возможно, что утверждение «боль объективно не существует» справедливо, хотя большинству из нас от этого ничуть не легче, особенно когда разбаливается зуб. Чаще всего (но не всегда) боль выполняет очень важную функцию предупредительного сигнала. Поэтому тем очень немногим людям, которые не

способны ощущать боль, постоянно угрожает опасность. Не следует стремиться полностью уничтожить болевые ощущения, но было бы крайне полезно иметь возможность, после того как боль уже выполнила свою миссию, «отключить» ее, нажав этакую мысленную кнопку.

На Востоке это настолько обычный трюк, что ему никто особенно не удивляется. Я видел и фотографировал крупным планом мужчин и детей, которые ходили по раскаленным добела углям, погружаясь в них по щиколотку. Некоторые из них получали тяжелые ожоги, но боли никто не чувствовал; все они находились в гипнотическом состоянии, вызванном религиозным экстазом [1].

Недавно разработанный метод звукового обезболивания показывает, что у таинственного Запада тоже есть еще кое-какие фокусы в запасе. По этому методу, который с успехом применяют многие зубные врачи, пациент надевает наушники и регулирует громкость звука так, чтобы сквозь шумовой фон была слышна музыка. Пока пациент занят выполнением этого задания, он не способен чувствовать боль. Создается впечатление, что все каналы его восприятий слишком загружены, чтобы принимать какую-либо другую информацию. Вероятно, здесь, так же как и у «огнеходцев», имеет место определенная форма самовнушения, с той разницей, что нам удается делать это только с помощью машин. Возможно, когда-нибудь и мы, подобно йогам и факирам, будем обходиться без этих психологических костылей.

От гипноза всего один шаг до сна — этого загадочного состояния, на которое мы растрачиваем третью часть нашей прискорбно короткой жизни. Пока еще никто не мог доказать, что сон безусловно необходим, хотя мы, бесспорно, не можем прожить без сна больше нескольких дней. По-видимому, это результат длительного, на протяжении миллионов лет, приспособления

[1] Один из моих друзей, беседуя со старейшим из таких «огнеходцев» в одном индийском храме, обронил окурок сигареты. Человек, только что ходивший по углям, наступил на него и тут же подпрыгнул. Что остается после этого от теории, что у туземцев грубая кожа на подошвах? Психологическое отношение, психическая подготовленность к испытанию — вот что имеет решающее значение.

к суточному циклу чередования света и темноты. Отсутствие освещения затрудняло какую бы то ни было активную деятельность в ночное время, поэтому большая часть животных приобрела привычку спать до восхода солнца. Некоторые животные впадают в спячку на зимнее время, однако из этого вовсе не следует, что все должны спать с октября по февраль. Аналогичным образом не обязательно всегда спать с 10 часов вечера до 7 часов утра.

Некоторые морские животные никогда не спят, хотя, они, возможно, отдыхают как-нибудь иначе. Большинство акул, например, должно непрестанно двигаться, иначе прекратится ток воды через жабры и они погибнут от недостатка кислорода. У дельфинов положение еще труднее; они должны подниматься на поверхность каждые две-три минуты, чтобы дышать, и потому не могут разрешить себе даже минутной дремоты. Было бы очень интересно узнать, спят ли обитатели океанских глубин, где никогда не меняется освещенность и на протяжении сотни миллионов лет царит непроглядная тьма.

Давно предполагалось и недавно было доказано, что сны видят все; это привело к созданию теории, согласно которой сон больше психологическая, нежели физиологическая, необходимость; по мнению одного специалиста, сон позволяет нам безопасно сходить с ума на несколько часов в сутки. Это объяснение весьма малоубедительно. Вероятнее всего, сновидения — это побочный продукт беспорядочной деятельности спящего мозга, ибо вряд ли можно предположить, что столь сложный орган совершенно выключается. (Любопытно, какие сны видят электронно-вычислительные машины?)

Во всяком случае, некоторые особо одаренные люди, например Эдисон, могли вести деятельную жизнь, затрачивая на сон всего два-три часа в сутки. Медицинской науке известны люди, которые не спали по нескольку лет подряд и, по-видимому, не чувствовали себя от этого хуже. Даже если нельзя совсем отказаться от сна, огромным достижением было бы сокращение времени, отводимого на сон, до двух-трех часов действительно глубокого отключения сознания, причем человек мог бы выбирать время для этого по своему усмотрению.

Весьма вероятно, что создание всемирного телевидения и общедоступных телефонных сетей, охватывающих все пояса времени, неизбежно перестроит жизнь мира на основе круглосуточного графика. Одно это потребует, чтобы время сна было сведено к минимуму, и, по-видимому, средства для достижения этой цели уже есть.

Несколько лет назад были как будто выпущены аккуратные небольшие аппараты «Электросон» размером с коробку для обуви и весом около двух килограммов. По электродам, приложенным к векам и затылку, в кору головного мозга подаются слабые импульсы электрического тока низкой частоты, и человек быстро погружается в глубокий сон.

Хотя этот аппарат, по-видимому, был создан для медицинских целей, сообщалось, что многие используют его для сокращения времени сна до нескольких часов в сутки. Такой аппарат был якобы у ученых, работавших по программе Международного геофизического года в Антарктике. Он, очевидно, нашел себе применение на протяжении ночи, длившейся шесть месяцев.

Вероятно, мы всегда будем нуждаться в этом «бальзаме для усталого мозга», только нам не нужно будет тратить треть своей жизни на пользование им. С другой стороны, существуют обстоятельства, в которых продолжительное отключение сознания было бы весьма полезно; оно очень желательно, например, для больных, выздоравливающих после операции, — и прежде всего, конечно, для космических путешественников в дальних полетах. Именно в связи с этим сейчас серьезное внимание уделяется возможности применения анабиоза, без которого мы никогда не долетим до звезд и не сможем оторваться дальше, чем на несколько световых лет, за пределы окрестностей Солнца.

Овладение безопасными и удобными в применении методами анабиоза, а в этом нет ничего невозможного с точки зрения медицины, поскольку анабиоз вполне можно рассматривать как дальнейшее развитие общего наркоза, — могло бы иметь весьма важные последствия для общества. Люди, страдающие от неизлечимых болезней, решались бы перескочить через

десяток-другой лет в надежде, что медицинская наука найдет способ их вылечить. Таким же образом можно было бы отправлять в будущее сумасшедших и преступников, которых современное им общество не в состоянии исправить. Наши потомки, разумеется, вряд ли высоко оценят подобное наследство; но по крайней мере они не смогут отправить пришельцев обратно.

Все сказанное выше позволяет думать, хотя никто еще пока и не доказал этого, что легенда о Рип Ван Винкле научно верна и что процессы старения можно замедлить или даже приостановить на время пребывания в состоянии анабиоза. Таким образом, спящий человек мог бы путешествовать сквозь столетия, останавливаясь время от времени и исследуя будущее, как мы сегодня исследуем космическое пространство. В каждом веке бывают люди, плохо приспособленные к своему времени, которые предпочтут отправиться в такое путешествие, если им будет предоставлена подобная возможность. Они смогут увидеть мир, каким он будет далеко за пределами нормальной продолжительности их жизни.

И здесь мы подходим к тому, что является, пожалуй, величайшей загадкой. Существует ли вообще нормальная продолжительность жизни или же все люди погибают фактически в результате несчастных случаев? Хотя ныне мы живем в среднем намного дольше, чем наши предки, но абсолютный предел по всем данным не изменился с тех времен, от которых до нас дошли первые письменные свидетельства. Библейские семьдесят лет и по сей день остаются средним пределом, как четыре тысячи лет назад.

Ни один человек, если брать только достоверные сведения, не жил дольше 115 лет; часто приводятся намного более высокие показатели, однако можно почти с уверенностью сказать, что это либо обман, либо ошибка. Человек, по-видимому, самое долгоживущее млекопитающее. Некоторые рыбы и черепахи живут до двухсот лет. Колоссальна продолжительность жизни деревьев; самый долголетний живой организм — невысокая и неказистая сосна, растущая в предгорьях Сьерра-Невады. Ее возраст 4600 лет [1].

[1] См. «National Geographic Magazine», март, 1958.

Смерть (не старение!) явно необходима для прогресса, как социального, так и биологического. Мир бессмертных, даже если он и не погибнет от перенаселенности, неизбежно вскоре остановится в своем развитии. Во всех сферах человеческой деятельности можно найти примеры тормозящего влияния людей, которые в силу своего возраста уже перестали быть полезными. И все же смерть, подобно сну, по-видимому, не является биологически неизбежной, даже если она необходима для эволюции.

Наше тело не похоже на машину: оно никогда не изнашивается, ибо оно непрерывно воссоздается из новых материалов. Если бы этот процесс совершался с неизменной эффективностью, мы были бы бессмертны. К сожалению, спустя несколько десятилетий после рождения человека что-то, по-видимому, нарушается в работе отдела ремонта и обслуживания его организма; материалы по-прежнему хороши, но старые планы теряются или ими перестают пользоваться. В результате жизненно важные службы уже не восстанавливаются нужным образом после аварий и поломок. Клетки тела как будто начинают забывать те обязанности, с которыми они когда-то столь хорошо справлялись.

Чтобы избежать провалов памяти, надо тщательнее вести записи. Может быть, настанет время, когда мы подобным же способом сумеем помочь нашему телу. С изобретением алфавита умственная забывчивость перестала быть неизбежной; возможно, более сложные средства медицины будущего смогут излечивать и физическую забывчивость: мы научимся сохранять в соответствующих устройствах памяти идеальные прототипы наших тел. Тогда можно будет время от времени контролировать отклонения от нормы и устранять их, прежде чем они станут угрожающими.

Биологическое бессмертие и сохранение молодости — могучие соблазны, поэтому люди никогда не перестанут стремиться к ним. Их всегда будут искушать примеры существ, живущих столетия, их не устрашат печальные испытания доктора Фауста. Было бы глупо думать, что это стремление никогда, во все века, лежащие впереди, не увенчается успехом. Будет ли такой успех желателен — это уж совсем другое дело.

Тело — носитель мозга, а мозг — вместилище разума. В прошлом эта триада была неделима, но так будет не всегда. Если мы не научимся предохранять наши тела от разрушения, то мы сможем заблаговременно заменять их.

Заменой не обязательно должно служить другое тело из плоти и крови, ею может быть машина. И это ознаменует собой следующую стадию эволюции. Даже если мозг не бессмертен, он, безусловно, может жить гораздо дольше, нежели тело, которое в конце концов разрушается болезнями и несчастными случаями. Много лет назад в знаменитой серии экспериментов русским хирургам удалось на протяжении нескольких дней поддерживать жизнь собачьей головы.

Если вы полагаете, что жизнь мозга, лишенного подвижности, была бы очень однообразной, значит, вы не до конца поняли то, что уже было сказано об органах чувств.

Мозг, соединенный проводами или радиолиниями с соответствующими органами, мог бы участвовать в любой деятельности, реальной или воображаемой. Разве, прикасаясь к чему-либо, вы отдаете себе отчет, что ваш мозг находится не в кончиках пальцев, а на расстоянии метра от них? И разве вы заметили бы разницу, если бы этот метр превратился в тысячу километров? Радиоволнам на такое путешествие понадобится меньше времени, чем нервным импульсам — на распространение вдоль руки.

Можно представить себе время, когда на людей, еще обитающих в органических оболочках, будут с сожалением смотреть те, кто перешел к несравненно более богатому образу существования и обрел способность мгновенно переключать свое сознание или сферу внимания в любую точку суши, моря или неба, где есть соответствующие воспринимающие органы. Созревая, мы расстаемся с детством; когда-нибудь к нам, быть может, придет вторая, более удивительная зрелость, после того как мы навсегда распрощаемся с плотью.

Предположим, что мы научимся бесконечно долго поддерживать жизнь мозга; не окажется ли он в конце концов чрезмерно перегруженным жизненным опытом, впечатлениями, воспоминаниями, которые слоями наложатся друг на друга, подобно текстам на древнем

пергаменте-палимпсесте, и переполняет его так, что больше не останется места? В конечном счете, вероятно, так и будет, но я хотел бы еще раз подчеркнуть, что мы не имеем ни малейшего представления о пределах емкости хорошо тренированного мозга (даже без механических вспомогательных средств, которые, безусловно, появятся со временем). Предел непрерывного существования человека можно охарактеризовать приближенной и округленной цифрой в тысячу лет, впрочем анабиоз может растянуть это тысячелетие на гораздо более длительные сроки.

Возможно, однако, что и этот барьер удастся перешагнуть. Такое предположение я высказал в романе «Город и звезды». В нем я попытался нарисовать практически вечное общество, населяющее замкнутый мир города Диаспар через миллиард лет. Мне хотелось бы закончить главу словами старого наставника Джесерака, который учит героя романа законам жизни:

> «Человеческое существо, как и любой иной объект, определяется своей структурой. Структура человека невероятно сложна; однако Природа сумела в свое время заложить все черты этой структуры в крошечную клетку, невидимую простым глазом.
>
> То, что может сделать Природа, может сделать и Человек, идя своими путями. Мы не знаем, сколько времени понадобилось на решение этой задачи. Может быть, миллион лет, но что из этого? В конце концов наши предки научились анализировать и хранить информацию, характеризующую любого индивидуума, и использовать эту информацию для воссоздания оригинала.
>
> Способ хранения информации не имеет значения, главное — сама информация. Она может храниться в виде слов, записанных на бумаге, или магнитных полей переменного напряжения, или систем электрических зарядов. Люди использовали все эти методы хранения информации и многие другие. Достаточно сказать, что они давно научились хранить себя, или, точнее, свои

бесплотные схемы, из которых они могут возвращаться к бытию.

Скоро я начну готовиться покинуть эту жизнь. Я проверю все свои воспоминания, исправлю их, вычеркну то, с чем хочу расстаться. Затем я войду в Зал Творения, но через дверь, которой ты никогда не видел. Мое старое тело перестанет существовать, а вместе с ним — и само сознание. От Джесерака не останется ничего, кроме целой галактики электронов, застывших в сердцевине кристалла.

Я буду спать, спать без сновидений. Потом придет день — может быть, через сто тысяч лет — и я пробужусь в новом теле, и меня встретят те, кого назначат моими опекунами... Вначале я ничего не буду знать о Диаспаре и не буду помнить, кем я был раньше. Эти воспоминания будут возвращаться постепенно, к концу моего младенчества, и они станут основой моего сознания при вступлении в новый цикл моего бытия.

Так устроена жизнь у нас... Мы все уже были здесь прежде, много, много раз. Но длительность небытия изменяется по законам случая, поэтому ныне существующее население никогда полностью не повторится. У нового Джесерака будут новые, иные друзья и интересы, но старый Джесерак — та часть его сознания, которую я хочу сохранить, — останется.

В каждый отдельный момент времени лишь сотая часть граждан Диаспара живет и ходит по его улицам. Подавляющее большинство их спит в хранилищах памяти, ожидая сигнала, который вновь вызовет их к бытию. Таким образом, мы непрерывны и в то же время меняемся, мы бессмертны, но не страдаем от застоя...»

Может быть, это просто фантастическая мечта? Не знаю; но думаю, что реальности далекого будущего окажутся еще удивительнее. В следующей главе мы попытаемся окинуть мысленным взором хотя бы некоторые из них.

18

ЧЕЛОВЕК УСТАРЕВАЕТ

Около миллиона лет назад один примат весьма непрезентабельной внешности открыл, что передние конечности пригодны не только для передвижения. Оказалось, что ими можно хватать палки и камни и использовать их для того, чтобы охотиться на зверя, выкапывать корни, защищаться, нападать и так далее. На третьей планете от Солнца появились орудия: с тех пор мир уже не мог оставаться неизменным.

Первыми использовали орудия *не* люди — этот факт был осознан только за последние годы, — а антропоиды — предшественники человека. Этим открытием они обрекли себя на гибель. Ибо даже простейшее из орудий — заостренный природой камень, который случайно пришелся по руке, — служит колоссальным физическим и психическим стимулятором для своего обладателя. Тот, кто пользуется орудиями, должен ходить выпрямившись; ему уже не нужны острые волчьи зубы, поскольку острые кремни лучше справляются с делом; он должен развивать свои руки, чтобы они стали гораздо более ловкими. Все это, так сказать, технические условия, присущие homo sapiens и, как только они начали выполняться, все более ранние модели оказались обреченными на быстрое устарение. Профессор антропологического факультета Калифорнийского университета Шервуд Уошберн писал: «Именно освоение простейших орудий положило начало всей эволюции человека и привело к современной цивилизации».

Заметьте это выражение — «всей эволюции человека». Старое представление, согласно которому человек создал орудия, — это полуправда, вводящая в заблуждение; точнее следовало бы сказать, что *орудия создали человека.* Это были очень примитивные орудия, и

ими пользовались существа, которые лишь немногим отличались от обезьян. Тем не менее эти орудия привели к появлению современного человека и к вымиранию обезьяночеловека, который впервые взял их в руки.

Теперь, по-видимому, цикл начнется снова; однако ни история, ни предыстория никогда не повторяются в точности, и на этот раз в жизни общества произойдет захватывающий поворот. Орудия, созданные обезьяночеловеком, послужили причиной его эволюционного превращения в своего преемника — homo sapiens. Орудие же, которое создали мы, само станет нашим преемником. Биологическая эволюция уступает дорогу несравненно более быстрому процессу — технической эволюции.

Эта идея, конечно, не нова. То, что творения мозга человека могут когда-нибудь стать угрозой для него и даже уничтожить его, — штамп настолько избитый, что ни один уважающий себя писатель-фантаст не посмеет им воспользоваться. Он восходит к таинственной, но, пожалуй, не совсем мифической фигуре Дедала (единолично представлявшего научно-исследовательский отдел при царе Миносе), позднее встречается в легенде о Фаусте, «Франкенштейне» Мэри Шелли, «Эревхоне» Самюэля Батлера, пьесе «R.U.R.» Чапека. До сих пор на протяжении по меньшей мере трех тысячелетий мыслящее меньшинство человечества высказывало серьезные опасения по поводу конечных последствий развития техники. С эгоцентрической, человеческой точки зрения эти опасения оправданны. Но я смею утверждать, что эта точка зрения не очень долго будет единственной или даже самой важной.

Когда лет пятнадцать назад появились первые крупные электронно-вычислительные машины, к ним быстро пристало прозвище «гигантский мозг». Ученые в целом крайне отрицательно отнеслись к этому названию. Но они выбрали не то слово в качестве объекта возражения. Электронно-вычислительная машина — это мозг, только не *гигантский*, а карликовый. Таким пока и остается этот тип машин, несмотря на то что он вырос в сотню раз на глазах одного поколения человечества. Однако уже сейчас, на стадии эволюции, которая соответствует стадии «кремневого топора», элек-

тронно-вычислительные машины делают то, что еще недавно всякий посчитал бы невозможным: переводят с одного языка на другой, сочиняют музыку и довольно прилично играют в шахматы. Но гораздо важнее любой из этих младенческих забав то обстоятельство, что машины разрушили преграду, отделяющую мозг от машины.

Это одно из величайших — и, вероятно, одно из последних — решающих свершений в истории человеческой мысли, подобное открытию того, что Земля вращается вокруг Солнца, или что человек — часть животного царства, или что $E = mc^2$. Понадобилось немало времени, чтобы осмыслить все эти идеи, и поначалу их неистово отвергали; точно так же людям понадобится некоторое время, чтобы осознать, что машины могут думать.

Вы можете вполне законно спросить меня: «А что вы подразумеваете под словом «думать»?» Я предпочту обойти этот вопрос с помощью изящной аналогии, которой обязан английскому математику Тьюрингу. Он предложил игру, в которой участвуют два оператора с телетайпами, сидящие в разных комнатах, — такой способ связи избран для того, чтобы исключить возможность передачи всякой дополнительной информации, которую могут нести интонация голоса, выражение лица и т. п. Предположим, что один оператор может задавать другому любые вопросы по своему усмотрению, а тот в свою очередь должен давать на них соответствующие ответы. Если через несколько часов или дней такого общения спрашивающий не сможет решить, кто его телеграфный собеседник — человек или механическое устройство, тогда он вряд ли сможет отрицать, что этот собеседник (он или оно) способен думать. Электронный мозг, выдержавший это испытание, конечно, должен был бы считаться разумным существом. И тот, кто стал бы утверждать обратное, просто показал бы, что он менее разумен, чем машина, и придает излишнее значение мелочам, наподобие того схоласта, который утверждал, что «Одиссея» создана не Гомером, а другим человеком, носившим то же имя.

Пока еще от создания такой машины нас отделяют десятилетия (но не века!), однако мы уже уверены, что

ее можно построить. Если эксперимент Тьюринга никогда не будет поставлен, то только потому, что у мыслящих машин будет много более важных дел, чем пространные беседы с людьми. Я часто говорю со своей собакой, но никогда не говорю с ней подолгу.

Современные большие электронно-вычислительные машины — это пока еще быстродействующие тупицы, не способные ни к чему выходящему за пределы инструкций, которые заложены в их программах. Это обстоятельство вселяет во многих людей ложное чувство безопасности. Ни одна машина, говорят они, не может быть разумнее своих создателей — людей, которые проектировали ее и планировали ее работу. Она может в миллион раз быстрее выполнять операции, но это совершенно несущественно. Абсолютно все, что может выполнить электронный мозг, должно быть под силу и человеческому мозгу, при достаточном времени и терпении. К тому же, утверждают они, ни одной машине не свойственны оригинальность, способность к творчеству и иные достоинства, которые нежно зовутся «человеческими».

Эти доводы совершенно ошибочны; люди, которые еще держатся за них, уподобляются тем шорникам, которые полвека назад подшучивали над застрявшим в грязи слабосильным фордиком. Но даже если бы они были верны, утешения в этом мало, что легко уяснить, внимательно прочитав нижеследующие высказывания доктора Норберта Винера:

> «Эту позицию (предположение о том, что машины не могут ни в малейшей степени обладать оригинальностью), по-моему, следует решительно отвергнуть.
>
> ...Я утверждаю, что машины могут переступить и переступают через некоторые ограничения, присущие их создателям... Очень может быть, что мы в принципе не в силах создать машину, элементы поведения которой мы не в состоянии понять раньше или позже. Но это вовсе не означает, что мы сумеем понять их за время намного меньшее, чем то, которое затрачивает машина на выполнение операции, или даже за какое-то данное число лет или поколений... Это

означает, что хотя теоретически машины подвластны критическому анализу человека, однако такой анализ, может случиться, даст нужные результаты намного позднее того срока, когда они еще могли бы повлиять на ход событий».

Иными словами, машины, даже если они *менее* разумны, чем человек, могут выйти из-под нашего контроля благодаря колоссальной скорости выполнения операций. Фактически есть все основания предполагать, что машины станут намного разумнее своих создателей, так же как и несравненно быстрее их.

Остались еще авторитеты, которые наотрез отказываются наделить разумом как современные, так и будущие машины. Их позиция поразительно напоминает ту, которую занимали химики в начале XIX столетия. Тогда уже было известно, что все живые организмы состоят из нескольких обыкновенных элементов — в основном из углерода, водорода, кислорода и азота. Однако твердо считалось, что вещества, из которых строится живое, нельзя получить из одних «чисто» химических соединений. Должен быть еще какой-то ингредиент — некая сущность, или жизненная основа, которую человек никогда не сможет познать. Ни один химик не сможет, взяв углерод, водород и так далее, соединить их так, чтобы получилось какое-нибудь из тех веществ, на которых основывается жизнь. Миры «органической» и «неорганической» химии разделял неприступный барьер.

Эта мистика была развеяна в 1828 году, когда Вёлер синтезировал мочевину и показал, что между химическими реакциями, идущими в организме, и теми реакциями, которые происходят в реторте, никакой разницы нет. Это был сокрушительный удар по тем святошам, которые верили, что механика жизни навсегда останется недоступной для понимания или воспроизведения. Точно так же сегодня многие люди возмущены предположением, что машины могут думать, однако их недоброжелательство ничего не изменит в существующем положении.

Поскольку эта книга не трактат о проектировании вычислительных устройств, читателю не следует ждать от меня объяснений, как построить думающую машину. И вряд ли человек когда-нибудь сумеет дать такое

объяснение во всех деталях. Но можно указать последовательность событий, которая приведет от homo sapiens к machina sapiens[1]. Первые два-три шага по этому пути уже сделаны: существуют машины, которые способны обучаться, извлекая уроки из своих ошибок и — в отличие от человека — никогда не повторяя их. Существуют машины, которые не бездействуют в ожидании инструкций, а исследуют окружающий их мир, как если бы им была свойственна любознательность. Есть машины, которые отыскивают доказательства математических или логических теорем и иногда получают неожиданные решения; которые никогда не приходили в голову их создателям.

Эти слабые проблески оригинального мышления пока присущи лишь немногим лабораторным моделям; их совсем лишены гигантские вычислительные машины, которые может купить любой, у кого найдется несколько сот тысяч долларов. Но машинный разум будет развиваться, и он начнет выходить за рамки, присущие мышлению человека, как только появится второе «поколение» вычислительных машин — «поколение», которое будет спроектировано не людьми, а другими «почти разумными» вычислительными машинами. Машины станут не только проектировать, но и строить, ибо машины второго «поколения» будут иметь слишком много компонентов, чтобы их можно было собирать вручную.

Возможно даже, что первая подлинно думающая машина будет *выращена*, а не построена. В этом направлении уже проведены некоторые несовершенные, но очень перспективные эксперименты. Построено несколько искусственных организмов, которые могут изменять свои схемы в целях приспособления к изменяющимся обстоятельствам. За этими экспериментами кроется возможность создания таких — вначале сравнительно несложных — вычислительных машин, которые будут запрограммированы на достижение определенных целей. В поисках путей к решению поставленной задачи они начнут конструировать собственные контуры, вероятно, посредством выращивания сетей проводников в проводящей среде. Такое разраста-

[1] Machina sapiens — мудрая машина (по аналогии с биологическим наименованием человека). — *Прим. ред.*

ние, возможно, будет всего лишь механической аналогией процесса, происходящего в каждом из нас в первые девять месяцев существования.

Все раздумья о мыслящих машинах с неизбежностью обуславливаются и вдохновляются нашими знаниями о человеческом мозге — единственном мыслящем устройстве, которым мы располагаем. Никто, конечно, не претендует на полное понимание работы мозга и не надеется, что оно будет достигнуто в обозримом будущем. Кстати, вот превосходная задача для философов: способен ли мозг когда-нибудь, хотя бы в принципе, познать себя? Но мы достаточно много знаем о его физическом строении, чтобы сделать целый ряд выводов об ограничениях, присущих мозгу — как органическому, так и его машинному аналогу.

Под черепом скрыто около десяти миллиардов отдельных переключателей — нейронов, соединенных между собой в невообразимо сложные цепи. Десять миллиардов — это настолько большое число, что до недавнего времени его использовали в качестве довода против возможности создания механического разума. Лет десять назад один известный нейрофизиолог заявил (это заявление и поныне защитники превосходства человеческого мозга используют как некое охранительное заклинание), что электронная модель головного мозга по величине была бы сравнимой со зданием Эмпайр Стейт Билдинг, а для ее охлаждения во время работы понадобился бы Ниагарский водопад.

Это прорицание теперь надо отнести к тому же разряду, что и утверждение: «Машины тяжелее воздуха никогда не смогут летать». Расчеты, на которых основывалось заявление физиолога, были сделаны во времена господства вакуумных электронных приборов (помните?), а теперь транзисторы совершенно изменили картину. Но темп технического прогресса сегодня таков, что на смену транзистору уже пришли гораздо более миниатюрные и быстродействующие приборы, основанные на фундаментальных принципах квантовой физики. Если бы все дело было в размерах, то современная электронная техника позволила бы нам разместить вычислительную машину, равную по сложности человеческому мозгу, всего на одном этаже здания Эмпайр Стейт Билдинг.

Здесь я вынужден прерваться для мучительной переоценки. Успевать за наукой — нелегкое дело; с тех пор как я написал последний абзац, Отдел астронавтики фирмы «Марквардт корпорейшн» сообщил о создании нового запоминающего устройства, которое способно хранить в объеме куба с длиной ребра около 180 сантиметров *всю информацию, записанную на протяжении последних 10 000 лет*. Здесь имеются в виду, разумеется, не только все книги, которые были когда-либо напечатаны, *но вообще все*, что было записано *на любом* языке — на бумаге, на папирусе, на пергаменте или на каменных плитах. Такая емкость превосходит в несказанное количество миллионов раз вместимость памяти одного человека. И, хотя между просто хранением информации и творческим мышлением дистанция огромного размера (библиотека Конгресса не написала сама ни одной книги), это указывает, что машинный мозг колоссальной мощи может быть очень небольшим по размерам.

Это не должно удивлять тех, кто помнит, как уменьшились в размерах радиоприемники — от громоздких ящиков моделей 30-х годов до современных транзисторных приемников, умещающихся в жилетном кармане (и при этом гораздо более сложных). Притом миниатюризация еще только набирает темпы. Теперь созданы радиоприемники величиной с кусочек сахара; пройдет еще немного времени, и они уменьшатся до размеров зерен, ибо у специалистов по микроминиатюризации есть лозунг: «То, что можно увидеть, слишком велико».

Только для того, чтобы доказать, что я не преувеличиваю, я назову несколько цифр, вы сможете воспользоваться ими при очередной встрече с каким-нибудь фанатичным любителем звукозаписи, когда он поведет вас осматривать свой радиокомбайн размером от стены до стены. В 50-х годах специалисты по электронике научились умещать до ста тысяч деталей в одном кубическом футе[1]. (Для сравнения укажем, что в приемнике высшего класса насчитывается 200—300 деталей, а в обычном домашнем приемнике их около сотни.) В начале 60-х годов это число возросло уже

[1] Один фут равен 30,5 *см*.

примерно до миллиона деталей на кубический фут; к 1970 году, когда сегодняшние экспериментальные методы микроминиатюризации придут в промышленность, плотность монтажа деталей, возможно, будет измеряться уже сотней миллионов на кубический фут.

Хотя эта последняя величина и выглядит фантастической, но человеческий мозг превосходит ее примерно в тысячу раз: он умещает десять миллиардов своих нейронов в *одной десятой* кубического фута. И хотя миниатюрность вовсе не обязательно является достоинством, может статься, что компактность, достигнутая мозгом, далеко еще не предел.

Дело в том, что клетки, из которых состоит наш мозг, медлительны, громоздки и энергетически расточительны по сравнению с теоретически возможными элементами вычислительной машины, которые будут лишь немногим крупнее атомов. Математик Джон фон Нейман однажды подсчитал, что электронные клетки могут быть в десять миллиардов раз производительнее протоплазменных: они уже сейчас работают в миллион раз быстрее, а скоростью во многих случаях можно поступиться ради уменьшения размеров. Если проследить эти идеи в их развитии до логического конца, то окажется, что вычислительная машина, эквивалентная по мощности человеческому мозгу, вполне может уместиться в спичечной коробке.

Эта несколько ошеломляющая мысль покажется более обоснованной, если критически посмотреть на мышечную ткань, кровь и кости как на конструкционные материалы. Все живые создания удивительны, но давайте не будем терять чувства меры. Пожалуй, самое удивительное заключается в том, что живое вообще живет, если учесть, что живому приходится использовать столь необычные материалы и решать различные проблемы столь окольными путями.

Идеальной иллюстрацией этой мысли может служить глаз. Предположим, что вам дано задание сконструировать фотокамеру, — а глаз, по существу, и есть фотокамера, — которая должна быть построена *исключительно из воды и студня,* без единого кусочка стекла, металла или пластмассы. Задача покажется вам явно неосуществимой,

Вы совершенно правы: такую камеру создать невозможно. Наш глаз — чудо эволюции, но как фотокамера он просто никуда не годится. Вы можете убедиться в этом сами, прочитав следующее предложение. Перед вами слово средней длины — «фотографирование». Закройте один глаз, а другим уставьтесь неподвижно — повторяю, *неподвижно* — на среднюю букву «Ф». Наверное, вас удивит — если вы не обманете себя, изменяя направление своего взгляда, — то, что вы не можете отчетливо видеть все слово. Три-четыре буквы влево и вправо от центра — и все; остальное исчезает из поля зрения.

Ни одна камера в мире, даже самая дешевая, не имеет столь скверных оптических характеристик. Что касается цветного зрения, то здесь глазу тоже нечем похвалиться; он эффективен лишь на очень узком участке спектра. В мирах инфракрасного и ультрафиолетового излучения, которые доступны зрению пчел и других насекомых, наш глаз совершенно слеп.

Мы не осознаем этих ограничений, потому что мы выросли с ними, а если бы даже их удалось устранить, мозг просто не справился бы с переработкой во много раз увеличившегося потока информации. Но не будем говорить, что «зелен виноград»; если бы наши глаза обладали оптическими характеристиками даже самой дешевенькой миниатюрной фотокамеры, мир вокруг нас стал бы невообразимо богаче и красочнее.

Все эти дефекты объясняются тем, что из живых материалов просто невозможно изготовить точные научные приборы. Что касается глаза, уха, носа, да и остальных органов чувств, природа проделала поистине невероятную работу, преодолев неимоверные трудности. Однако для будущего наши органы чувств недостаточно хороши; а если говорить по существу, то они недостаточно хороши и для настоящего.

Есть некоторые органы чувств, которых не существует и которые, вероятно, никогда не смогут возникнуть в органическом мире. Между тем нам они неотложно нужны. На нашей планете, насколько я знаю, ни у одного существа не развились, например, органы, способные обнаруживать радиоволны или радиоактивное излучение. Хотя мне очень не хотелось бы выступать в роли провозглашателя законов и утверждать,

что нигде во Вселенной не могут существовать органические счетчики Гейгера или живые телевизоры, я все же думаю, что их существование в высшей степени маловероятно. Некоторые виды работ способны выполнять только электронные лампы, или магнитные поля, или пучки электронов, и поэтому они совершенно недоступны для чисто органических структур.

Есть еще одна важная причина, по которой такие живые машины, как вы и я, не могут рассчитывать на победу в состязании с неживыми машинами. Не говоря уже о тех неважных материалах, из которых мы построены, нас ставит в невыгодное положение одно из самых жестких технических условий, которые когда-либо формулировались. В самом деле, каких показателей можно ждать от машины, которая должна вырасти в несколько миллиардов раз в процессе ее изготовления и которую нужно полностью и непрерывно воссоздавать заново, молекулу за молекулой, каждые несколько недель? А с нами все время именно это и происходит; вы уже не тот человек, каким были в прошлом году, — в самом буквальном смысле этих слов.

Большая часть энергии и сил, которые нужны для поддержания жизни, расходуется на непрерывное разрушение и воссоздание; этот цикл завершается каждые несколько недель. На полную перестройку Нью-Йорка, структура которого во много раз проще структуры человеческого организма, понадобилось бы в сотни раз больше времени. Если попытаться вообразить себе мириады строительных и коммунальных фирм организма, которые неистово трудятся, растаскивая по кусочкам артерии, нервы и даже кости, то покажется удивительным, что какая-то энергия еще остается на долю процессов мышления.

Я отлично понимаю, что многие из «ограничений» и «дефектов», о которых только что говорилось, предстанут в совершенно ином свете, если посмотреть на них с другой точки зрения. Живые существа по самой своей природе могут эволюционировать от простых организмов к сложным. Возможно, это единственный путь развития, на котором можно достичь разума, ибо несколько затруднительно представить себе, каким образом безжизненная планета может перейти непосредственно от руд металлов и залежей минералов к

электронно-вычислительным машинам только за счет собственных усилий, без всякой помощи извне.

Хотя разум может возникнуть лишь на основе жизни, он же впоследствии может и уничтожить ее. Возможно, на более поздней стадии, как предполагают мистики, разум уничтожит даже материю; но это предположение уведет нас в область таких размышлений, которых лишенный воображения человек, подобный мне, предпочел бы избежать.

Часто подчеркивают преимущество живых существ, состоящее в том, что они сами без труда, — более того, с энтузиазмом — ремонтируют и воспроизводят себя. Но это превосходство над машиной будет недолговечным; уже разработаны общие принципы конструирования саморемонтирующихся и самовоспроизводящихся машин. Между прочим, по иронии судьбы А. Тьюринг, блестящий математик, который был пионером в этой области и первым указал, как можно построить думающую машину, застрелился через несколько лет после того, как опубликовал свои данные. Трудно не извлечь мораль из этого факта.

Величайшим стимулом эволюции машинного разума — в противоположность органическому — является вызов, брошенный космическим пространством. Лишь исчезающе малая часть Вселенной непосредственно доступна человечеству в том смысле, что мы можем жить там без машин и тщательно разработанных защитных средств. Если сделать щедрое предположение, что потенциальное жизненное пространство человечества простирается от уровня моря до высоты примерно 5 километров над всей Землей, то его объем составит примерно два миллиарда кубических километров. На первый взгляд это величина внушительная, особенно если вспомнить, что все человечество можно уместить в куб с ребром длиной в 1,6 километра. Но это ничто по сравнению с Космосом с большой буквы. Наши современные телескопы, которые, уж конечно, не являются последним словом техники в своей области, обозревают пространство по меньшей мере в 10^{60} раз большее.

Такое число, разумеется, совершенно невозможно себе представить, но попробуем все же придать ему некоторую наглядность. Если уменьшить доступную наблюдениям Вселенную до размеров нашей планеты, то

ее часть, в которой мы можем жить без космических скафандров и герметичных кабин, будет равна по величине атому!

Правда, мы намерены со временем исследовать и заселить многие другие «атомы» обозримой части космоса, но это будет достигнуто ценой колоссальных технических усилий. Ведь большая часть нашей энергии будет направлена на защиту наших хрупких и уязвимых тел от предельных значений температур, давлений и тяготений, существующих в космическом пространстве и в иных мирах. Машины же в очень широких пределах безразличны к таким крайним условиям. И, что еще более важно, они могут терпеливо ждать годы и века, которые потребуются для путешествий к дальним пределам Вселенной.

Существа из плоти и крови, подобные нам, могут исследовать и освоить лишь исчезающе малую часть космического пространства. Только создания из металла и пластмассы смогут действительно завоевать его (чем они уже начали заниматься). Крохотные мозги наших «Проспекторов» и «Рейнджеров» лишь предвестники того машинного разума, который когда-нибудь устремится к звездам.

Очень может быть, что только в космическом пространстве, там, где условия намного суровее и сложнее, чем где бы то ни было на Земле, разум сможет достичь своего наивысшего расцвета. Так же как и другие качества, разум развивается в борьбе, в столкновениях; в грядущих веках тупицы смогут оставаться на безмятежной Земле, а истинный гений расцветет только в космическом пространстве.

В истории нашей планеты можно найти поразительно сходную ситуацию. Несколько миллионов лет назад самые смышленые из млекопитающих покинули поле битвы на суше и возвратились в обиталище своих предков, в море. Они и поныне там. Мозг у них больше и потенциально мощнее нашего. Однако, насколько нам известно, они мало используют возможности своего мозга; неизменность окружающей их морской среды не предъявляет особых требований к разуму. Дельфины и киты, которые могли бы быть равными нам, а может быть, и превзошли бы нас, если бы остались на суше, теперь простодушно и невинно резвятся рядом с новы-

ми морскими чудовищами, несущими на борту по шестнадцать мегатонн смерти. Возможно, не мы, а именно они сделали правильный выбор; но теперь нам уже слишком поздно поворачивать за ними.

Если вы проследили за ходом моих суждений, то теперь протоплазменная вычислительная машина, сокрытая в вашем черепе, должна быть уже запрограммирована для восприятия мысли — хотя бы ради того, чтобы поспорить, что машины могут стать разумнее и разностороннее человека и что это может произойти в очень недалеком будущем. А допустив такую возможность, мы обязаны немедленно поставить вопрос: что же будет тогда с человеком?

Я опасаюсь, что, вообще говоря, этот вопрос не так уж и важен, разумеется если не учитывать интересы человека. Вероятно, неандертальцы тоже испускали подобные жалобные вопли примерно сто тысяч лет назад, когда на сцене появился homo sapiens с его безобразным вертикальным лбом и смешным выступающим подбородком. Любой философ каменнного века, который дал бы своим сородичам правильный ответ, вероятно, кончил бы свою жизнь в котле; я готов пойти на такой риск.

Что касается ближайшего будущего, то ответ, пожалуй, должен быть ободряющим, а не вселяющим уныние. Возможно, настанет непродолжительный золотой век, когда люди будут процветать, пользуясь могуществом своих новых партнеров. Если исключить войну, мы стоим уже в преддверии этого века. Как сказал недавно доктор Симон Ремо, «расширение человеческого интеллекта с помощью электроники станет самой важной нашей задачей в ближайшее десятилетие».

Думающие машины возьмут на себя выполнение несложных повседневных обязанностей, освободив человеческий мозг для сосредоточения на более высоких проблемах. (Разумеется, нет никакой гарантии, что он займется именно этим.) Возможно, на протяжении нескольких поколений каждого человека будет сопровождать в жизни этакий электронный компаньон размером не больше нынешних транзисторных приемников. Этот компаньон будет «расти» вместе с человеком с самого детства и изучит его привычки, его дела, выполняя за него все второстепенные обязанности вроде ведения

текущей переписки, составления налоговых деклараций, переговоров о деловых встречах. При случае он сможет даже заменять хозяина на свиданиях, которые тот предпочитает пропустить, а затем докладывать о них кратко или подробно, как того пожелает человек. Электронный компаньон сможет заменять человека в телефонном разговоре, притом настолько совершенно, что никто не догадается, что это говорит машина; может быть, через столетие «игра» Тьюринга станет неотъемлемым элементом нашей общественной жизни со всеми вытекающими отсюда осложнениями и возможностями, — тут я полагаюсь на воображение читателей.

Может быть, вы помните восхитительного робота Робби из кинофильма «Запретная планета» — одного из тех трех-четырех фильмов, сделанных до сих пор, на которые любой поклонник научной фантастики может ссылаться не краснея; этому, несомненно, способствовал сюжет, заимствованный у Шекспира. Я смею утверждать со всей серьезностью, что большая часть способностей Робби и более известного персонажа — Дживса — когда-нибудь воплотится в некоем электронном компаньоне-секретаре-слуге. Он будет гораздо меньше и изящнее, чем те ходячие автоматы — радиолы или механизированные рыцарские доспехи, которые Голливуд с присущей ему скудостью воображения демонстрирует, когда хочет изобразить робота. Он будет в высшей степени талантливым, с быстродействующими переключателями, позволяющими ему соединяться с неограниченным многообразием органов чувств и конечностей. Это — по существу, нечто вроде универсального разума, лишенного телесной оболочки, способного подключаться к любым устройствам, какие только могут понадобиться в том или ином конкретном случае. Сегодня, скажем, он мог бы работать с микрофоном, электрической пишущей машинкой или телевизионной камерой; завтра — управлять автомобилем и самолетом или подключиться к телу человека, а то и животного.

Теперь, пожалуй, настал момент рассмотреть идею, которая большинству покажется еще более устрашающей, чем мысль о том, что машины смогут заменить или вытеснить нас. Я уже упоминал об этом в предыдущей главе: машины могут сочетаться с нами,

Не знаю, кто первым подумал об этом; вероятно, физик Дж. Бернал, который в 1929 году выпустил удивительную книгу научных предвидений, озаглавленную «Мир, плоть и дьявол». В этой тоненькой давно не переиздававшейся книжке (я иногда задаю себе вопрос, что думает теперь шестидесятилетний член Королевского общества о своем юношеском неблагоразумии, если он вообще помнит о нем) Бернал пришел к выводу, что многочисленные ограничения возможностей, присущие человеческому телу, можно преодолеть только с помощью механических приспособлений и протезов — причем в конце концов от первоначального органического тела человека может остаться только мозг.

Ныне эта идея выглядит намного более правдоподобной, чем в то время, когда ее выдвинул Бернал. За последние несколько десятилетий созданы искусственное сердце, почки, легкие и другие органы, а также осуществлено подключение электронных устройств непосредственно в нервную систему человека.

Олаф Степлдон развил эту тему в своем замечательном повествовании о будущем «Первые и последние люди», изобразив эру бессмертных «гигантских мозгов», которые живут в сотах, подобных пчелиным, и поддерживают свое существование с помощью насосов и химических установок. Оставаясь совершенно неподвижными, они могут размещать свои органы чувств в любом месте, по желанию. Таким образом, их центры восприятия, или, если хотите, сознания, могут находиться в любой точке Земли или космического пространства. Нам трудно оценить эту важную особенность: ведь мы-то носим свой мозг в одной хрупкой оболочке, вместе с глазами, ушами и другими органами чувств, что часто приводит к гибельным последствиям. При усовершенствованной электронной связи неподвижность мозга будет не помехой, а скорее наоборот. Ваш современный мозг, наглухо заточенный в своей костяной оболочке, общается с внешним миром и воспринимает впечатления извне по телефонным проводам центральной нервной системы длиной от долей сантиметра до одного-двух метров. *Если бы эти «линии связи» в действительности измерялись сотнями или тысячами километров и включали в себя участки радиосвязи лю-*

бой длины, а ваш мозг оставался бы совершенно неподвижным, вы не уловили бы ни малейшего различия.

Мы уже вынесли зрительные и осязательные ощущения за пределы нашего тела. Это было сделано далеко не совершенным способом, однако, может быть, он точно предвосхищает будущее. Операторы, работающие ныне с радиоактивными изотопами, манипулируя ими при помощи дистанционно управляемых механических пальцев и наблюдая за ними с помощью телевизора, уже достигли частичного отделения мозга от органов чувств: они сами находятся в одном месте, а их разум, по существу, в другом.

Недавно для описания машины-животного того типа, который мы рассматриваем, было придумано слово «киборг» (кибернетический организм). Доктора Манфред Клайнс и Натан Клайн из Роклэндского госпиталя (Орэнжберг, штат Нью-Йорк), которые изобрели это слово, определяют «киборг» такими волнующими словами: «экзогенно расширенный организационный комплекс, функционирующий, как гомеостатическая система». В переводе на обычный язык это означает: тело с присоединенными или встроенными машинами, которые либо берут на себя выполнение некоторых функций организма, либо совершенствуют их.

Я думаю, что человека, подсоединенного к «механическим легким», можно тоже назвать «киборгом», однако эта идея имеет гораздо более широкий смысл. Когда-нибудь мы научимся на время сливаться с любыми достаточно сложными машинами и таким образом сможем не только управлять, но и *становиться* космическими кораблями, подводными лодками или телевизионной сетью. Это дало бы нам нечто гораздо большее, чем чисто интеллектуальное удовлетворение; острота ощущений, которые можно испытать при вождении гоночного автомобиля или полете на самолете, может быть, всего лишь бледный призрак того волнения, которое познают наши праправнуки, когда сознание человека будет свободно перелетать по его воле от машины к машине, легко рассекая с ними просторы моря, неба и космоса.

Но как долго будет длиться этот союз? Может ли синтез человека и машины когда-либо стать стабильным или чисто органические его компоненты станут

такой помехой, что от них придется отказаться? Если это в конце концов случится, — а я привел достаточные основания, позволяющие считать, что так и должно быть, — нам не о чем жалеть и, уж конечно, нечего бояться.

Распространяемое комиксами и дешевой фантастикой мнение, что думающие машины должны быть злобными существами, враждебными человеку, настолько абсурдно, что вряд ли стоит тратить силы на его опровержение. Меня подмывает сказать, что только неразумные машины могут быть злыми; каждый, кто пробовал запустить заупрямившийся подвесной лодочный мотор, вероятно, согласится со мной. Те, кто изображает машины как активных врагов, лишь проецирует свои собственные доставшиеся в наследство от джунглей агрессивные инстинкты в мир, где их попросту не существует. Чем выше разум, тем сильнее стремление к сотрудничеству. И если когда-нибудь будет война между людьми и машинами, нетрудно догадаться, кто ее начнет.

Какими бы дружественными и полезными ни стали машины будущего, но перспектива для человечества оказаться изнеженным экспонатом некоего биологического музея — пусть даже таким музеем будет вся планета Земля — покажется многим людям довольно мрачной. Я не могу разделить такую точку зрения.

19

ДОЛГИЕ СУМЕРКИ

Оглядываясь на предыдущие главы, я вижу многочисленные противоречия и ряд пробелов. Что касается первых, то я в них не раскаиваюсь по причинам, изложенным во введении. Предприняв попытку исследовать соперничающие и даже взаимоисключающие возможности, я стремился проследить каждую из линий развития до конца. В одних случаях это порождало чувство гордости за прошлые и будущие достижения человека, в других — приводило к убеждению, что мы являем собой очень раннюю стадию истории эволюции, которой суждено кануть в забвение, оставив лишь незначительный след во Вселенной. Каждый читатель должен сам избрать точку зрения; однако, какую бы позицию он ни занял, ему следует оставить себе путь к отступлению.

Что касается пробелов, то одни из них объясняются, откровенно говоря, отсутствием интереса с моей стороны, другие — тем, что я не считал себя достаточно подготовленным для рассмотрения той или иной проблемы. Именно по последней причине не развиты более подробно медицинские и биологические темы. Вполне возможно, что многие будущие достижения в области получения, восприятия и переработки информации, а также в производстве могут базироваться на живых или квазиживых организмах, а не на неорганических устройствах. Природа бесплатно поставляет такое множество изумительных механизмов, что, по-видимому, было бы глупо не использовать их до предела. Я почти не сомневаюсь, что наши потомки будут располагать множеством разумных животных для выполнения тех видов работы, которые в ином случае пришлось бы выполнять очень дорогостоящим и сложным роботам.

В связи с этим я мог бы рассмотреть попытки, которые были предприняты доктором Лилли и его сотрудниками для установления контакта с дельфинами[1]. Я мог бы рассказать гораздо подробнее о возможностях контакта с внеземным разумом при помощи направленных радиолучей или лазеров. Одна из этих целей, а может быть, и обе рано или поздно будут достигнуты. Но перспективы, открываемые ими, столь беспредельны, что размышлять о них попросту бесполезно; здесь еще нет пограничных столбов, которые отделяли бы науку от фантазии.

Продолжая разговор о процессах общения, я мог бы также рассмотреть актуальную проблему общения между людьми. Создание «машинных языков» для вычислительных машин, несомненно, окажет существенное обратное воздействие на язык. Некоторые ученые уже пробовали разрабатывать логические языки, свободные от неопределенностей и дефектов всех существующих языков. Это намного более смелый замысел, чем изобретение еще одного эсперанто или интерлингва, — он восходит к самым основам мышления. (Одна такая попытка описана в статье «Loglan», опубликованной в июньском номере журнала «Сайентифик Американ» за 1960 год.) Хотя я думаю, что логический язык непригоден для стихов и любовных писем, создание такого языка надо приветствовать. Может быть, со временем будут существовать параллельно два языка — один для мышления, другой для чувств. Второй из них, возможно, будет свойствен только людям, а первый найдет всеобщее применение.

Управление погодой, а в конечном счете и климатом составляет еще один предмет, поддающийся достаточно подробному рассмотрению. Не говоря уже об очевидной важности этой проблемы для земных дел, ее решение в последующем приведет к возможности осуществлять «планетное строительство», то есть крупномасштабные преобразования других небесных тел, чтобы сделать их пригодными для обитания. Поиск признаков подобной деятельности на других планетах Вселенной может стать главной задачей астрономов бу-

[1] См. John C. Lilly, Man and Dolphin, New York, 1964. (Дж. Лилли, Человек и дельфин, перевод с английского, издательство «Мир», 1965.)

дущего. В прошлом она считалась второстепенной; доказательством тому служат так и оставшиеся неразрешенными споры о марсианских «каналах».

Определенные типы симметричных или упорядоченных структур, некоторые формы высвобождения энергии настолько аномальны для природы, что указывают на причастность разума к их происхождению. Когда энергия, эквивалентная нескольким мегатоннам, выделяется в зоне с поперечником в несколько километров, это может быть вулкан, но когда источник ее приближается по размерам к точке, это может быть только бомба.

Радиоастрономы сейчас открывают в высшей степени необычные явления в других галактиках; у звезды α Девы (М-87), например, обнаружена яркая струя, истекающая из ее ядра подобно лучу прожектора протяженностью в сотни световых лет. Примечательна концентрация энергии в этой струе: она эквивалентна энергии миллионов сверхновых звезд или излучению триллионов обычных звезд. Чтобы извергнуть такую струю, нужно, чтобы полностью аннигилировала масса, эквивалентная примерно сотне солнечных масс.

Это явление совершенно невозможно объяснить ни одним из известных нам природных процессов; это все равно что сравнивать водородную бомбу с гейзером. Возможно, существует какое-то естественное объяснение, которое мы пока еще не нашли, но появляется искушение подумать и об иной разгадке. Располагая достаточным временем, разумные существа могут достичь такого могущества, что будут в состоянии распоряжаться по своему усмотрению не только планетами, не только звездами, но и целыми галактиками. Если струя, найденная в М-87, искусственная, то каково ее назначение? Попытка послать сигнал через межгалактическое пространство? Или это орудие космических инженеров? Оружие? Или какой-нибудь след неких недоступных нашему пониманию религий и философий, как, скажем, Великая пирамида на нашей планете — гигантский символ ныне уже почти забытого, чуждого нам образа мыслей?

Для реализации таких проектов нужны необозримые сроки и преемственность культур в масштабах, непостижимых для нас. Что касается времени, то его

было достаточно, в этом можно не сомневаться. Каждое поколение астрономов увеличивает возраст Вселенной вдесятеро; по современным оценкам, он исчисляется примерно в двадцать пять миллиардов лет. Если сказать, что человеческая цивилизация приблизительно в миллион раз моложе нашей Галактики, то мы, пожалуй, не сделаем существенной ошибки.

Но, по-видимому, и возраст Галактики всего-навсего мгновение по сравнению с вечностями, которые простираются впереди. Такие звезды, как Солнце, при их нынешней расточительной щедрости излучения смогут гореть еще миллиарды лет; потом после различных внутренних изменений они перейдут к более скромному образу существования звездных карликов. Образумившиеся звездные расточительницы будут затем устойчиво светиться на протяжении периода времени, измеряемого уже не миллиардами, а триллионами лет. Планеты таких звезд, если бы они были удалены от них так же как Земля (или даже Меркурий), остыли бы до температуры, измеряемой сотнями градусов ниже нуля. Но к тому времени, которое мы рассматриваем, разумные существа смогут пододвигать природные или искусственные планеты поближе к своему солнцу, чтобы, сгрудившись вокруг него, противостоять надвигающемуся оледенению, так же как в давние времена наши дикие предки собирались вокруг костров, чтобы защищаться от холода и ночных тварей.

В знаменитом элегическом отрывке Бертран Рассел писал:

> «...все многовековые труды, вся преданность, все вдохновение, все полуденное сияние человеческого гения обречены на исчезновение в безбрежности смерти солнечной системы, и весь храм достижений Человека неизбежно будет погребен под обломками рухнувшей Вселенной — все суждения такого рода, если и не совсем бесспорны, то все же столь близки к достоверности, что ни одна философия, отвергающая их, не может надеяться выстоять».

Может быть, это и верно в какой-то мере, но от крушения Вселенной нас отделяют столь невообразимые дали времени, что оно не повлияет непосредственно

на человеческий род. А может быть, и на любой из видов существ, обитающих где-либо в том кружащемся вихре звезд, который мы зовем Млечным Путем.

Наша Галактика сейчас переживает раннюю весну, которой придают великолепие такие блистающие голубовато-белые звезды, как Вега и Сириус, и в гораздо более скромной степени — наше собственное Солнце. И лишь через несколько быстролетных миллиардов лет, когда отсияет раскаленная юность всех этих звезд, начнется настоящая история Вселенной.

Это будет эпоха, освещенная лишь красным и инфракрасным излучением тускло сияющих звезд, которые были бы почти невидимы нашему глазу; и все-таки мрачные тона этой почти вечной Вселенной будут полны красок и величия для тех неведомых существ, которые приспособятся к новым условиям. Они будут знать, что впереди у них не миллионы лет, которыми мы измеряем протяженность геологических эпох, не миллиарды лет, которыми измеряется возраст звезд, а годы, счет которым будет вестись в буквальном смысле на триллионы.

У них хватит времени в эти бесконечные мириады лет, чтобы все испытать и все познать. Они не будут похожи на богов, ибо никто из богов, которых мы можем вообразить, не обладал таким могуществом, каким будут располагать эти существа. И все-таки они, наверное, позавидуют нам, гревшимся в ярком свете мироздания; ибо мы знали Вселенную, когда она была юной.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В БУДУЩЕМ

К нижеприведенной таблице, конечно, не следует относиться излишне серьезно. Тем не менее экстраполяция в будущее шкалы распределения во времени научных достижений прошлого — занятие и занимательное и поучительное. Во всяком случае, краткая сводка всего, что произошло за последние 150 лет, должна убедить любого, что современное воображение не способно заглянуть дальше 2100 года. Я это даже и не пытался сделать.

Год	Транспорт	Средства связи, средства переработки информации	Материалы, производство	Биология, химия	Физика
			ПРОШЛОЕ		
1800			Паровые машины	Неорганическая химия	Атомная теория
	Локомотив	Фотокамера		Синтез мочевины	
		Счетная машина Бэбиджа			
	Пароход	Телеграф	Станки		Спектроскоп
1850					Закон сохранения энергии
			Электричество	Органическая химия	
		Телефон			Электромагнетизм
		Фонограф			Эволюционная теория
		Арифмометр			
	Автомобиль		Дизельный двигатель		
1900			Карбюраторный двигатель	Красители	Рентгеновские лучи
					Электрон

Продолжение

Год	Транспорт	Средства связи, средства переработки информации	Материалы, производство	Биология, химия	Физика
					Радиоактивность
	Самолет	Электронная лампа	Массовое производство Связывание атмосферного азота	Генетика Витамины Пластмассы	
1910		Радио			Изотопы
					Квантовая теория
1920				Хромосомы Гены	
					Теория относительности Строение атома
1930				Язык пчел Гормоны	Принцип неопределенности
		Телевидение			Волновая механика
1940	Реактивные самолет ракета вертолет	Радиолокация			Нейтрон

1950	Искусственный спутник Земли Машина на воздушной подушке	Магнитофоны Электронно-вычислительные машины Кибернетика Транзисторные радиоприемники Мазер Лазер	Магний из морской воды Атомная энергия Автоматизация Водородная бомба	Синтетические материалы Антибиотики Силиконы Транквиллизаторы	Деление урана Ускорители Радиоастрономия Международный геофизический год Крушение закона сохранения четности
			НАСТОЯЩЕЕ		
1960	Космический корабль	Спутник связи		Строение белка	Структура нуклонов
			БУДУЩЕЕ		
1970	Космические лаборатории				

Продолжение

Год	Транспорт	Средства связи, средства переработки информации	Материалы, производство	Биология, химия	Физика
	Посадка на Луну	Машинный перевод	Эффективные электрические аккумуляторы	Расшифровка языка китообразных	
	Ракета с ядерным двигателем				
1980	Высадка на планеты				Гравитационные волны
		Персональная радиоаппаратура		Экзобиология	
1990			Энергия синтеза ядер	Кибернетические организмы	
2000	Заселение планет	Искусственный разум	Беспроводная передача энергии	Замедление времени, усиление восприятия времени	Внутриядерная структура

		Всемирная библиотека	Добыча полезных ископаемых из моря		
2010	Зонды для исследования земных глубин	Телесенсорные устройства	Управление погодой		
2020	Аппараты для зондирования межзвездного пространства	Логические языки Роботы		Управление наследственностью	Ядерные катализаторы
2030		Установление контакта с внеземными цивилизациями	Добыча полезных ископаемых в космосе	Биотехника	
2040			Превращения элементов	Разумные животные	
2050	Управление гравитацией	Управление памятью для восстановления воспоминаний		Анабиоз	

Продолжение

Год	Транспорт	Средства связи, средства переработки информации	Материалы, производство	Биология, химия	Физика
	«Гипертяга»				
2060		Автомат-учитель	Планетное строительство		Искривление времени и пространства
		Кодирование изделий		Искусственная жизнь	
2070	Субсветовые скорости		Управление климатом		
2080	Полет в межзвездном пространстве	Машинный разум, превосходящий человеческий			
2090	Телепортация материи	Мировой мозг	Репликатор	Бессмертие	
2100	Встреча с инопланетными разумными существами		Астроинженерная техника		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 5
ВВЕДЕНИЕ 17
1. ПРОРОКИ МОГУТ ОШИБАТЬСЯ, КОГДА ИМ ИЗМЕНЯЕТ СПОСОБНОСТЬ К ДЕРЗАНИЮ 23
2. ПРОРОКИ МОГУТ ОШИБАТЬСЯ, КОГДА ИМ ИЗМЕНЯЕТ СПОСОБНОСТЬ К ВООБРАЖЕНИЮ 35
3. БУДУЩЕЕ ТРАНСПОРТА 46
4. СКОЛЬЖЕНИЕ ПО ВОЗДУХУ 64
5. БЕЗ ТЯЖЕСТИ 74
6. В ПОГОНЕ ЗА СКОРОСТЬЮ 91
7. МИР БЕЗ РАССТОЯНИЙ 101
8. РАКЕТОЙ — К НОВОМУ РЕНЕССАНСУ . . . 114
9. ТУДА НАМ НЕ ДОБРАТЬСЯ 130
10. ЕГО НЕПОБЕДИМОСТЬ КОСМОС 147
11. О ВРЕМЕНИ 158
12. ЭРА ИЗОБИЛИЯ 179
13. ЛАМПА АЛАДИНА 196
14. ЛЮДИ-НЕВИДИМКИ И ДРУГИЕ ЧУДЕСА . . 204
15. ДОРОГА В ЛИЛИПУТИЮ 218
16. ГОЛОСА С НЕБА 230
17. МОЗГ И ТЕЛО 242
18. ЧЕЛОВЕК УСТАРЕВАЕТ 258
19. ДОЛГИЕ СУМЕРКИ 276
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ В БУДУЩЕМ 280

А. Кларк

ЧЕРТЫ БУДУЩЕГО

Редактор *Р. А. Фесенко*
Художники *Ф. Инфанте, Л. Нусберг*
Художественный редактор *Ю. А. Максимов*
Технический редактор *Е. С. Потапенкова*
Корректор *Р. Я. Новик*

Сдано в производство 19/I 1966 г.
Подписано к печати 30/V 1966 г.
Бумага 84 × 108$^{1}/_{32}$ = 4,5 бум. л.
14,41 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 15,12
Изд. № 12/3141. Цена 76 коп. Зак. 35.

ИЗДАТЕЛЬСТВО „МИР"
Москва, 1-й Рижский пер., 2

Ленинградская типография № 2
имени Евгении Соколовой
Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете
Министров СССР
Измайловский пр., 29

76 коп.

